

## RISULTATI DELL'ANALISI DEI COSTI E DEI BENEFICI PRIVATI RELATIVI ALLE SOLUZIONI DI PROGETTO

Edoardo Croci, Silvio Camaldo, Francesco Colelli, Denis Grasso

RESEARCH REPORT  
N. 28  
SEPTEMBER 2017

Info Report text developed within the URBeLOG - "URBan Electronic LOGistics" project, funded by the Italian Ministry of Education and Research.



Università  
Bocconi

IEFE  
Centre for Research  
on Energy and Environmental  
Economics and Policy





### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

<b>TITOLO DOCUMENTO:</b>	D12.1.1 Report- Risultati dell'analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto
--------------------------	---

<b>CODICE DOCUMENTO:</b>	D.12.1.1
<b>EMESSO DA:</b>	Bocconi
<b>DATA EMISSIONE:</b>	30/09/2017
<b>N° ALLEGATI:</b>	2 (all'interno del documento)
<b>STATO:</b>	DEFINITIVO
<b>TIPO:</b>	CONTRATTUALE
<b>VERSIONE:</b>	1

<b>AUTORE:</b>	Edoardo Croci, Francesco Colelli, Denis Grasso, Silvio Camaldo
<b>CO-AUTORI:</b>	FIT Consulting srl
	Iveco
	Politecnico di Torino - DIST
	TNT

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

**INDICE DEGLI ARGOMENTI**

<b>1 OBIETTIVO.....</b>	<b>5</b>
<b>2 AMBITO DI ANALISI.....</b>	<b>5</b>
2.1 FUNZIONALITÀ E KPIS NELLE SPERIMENTAZIONI URBeLOG.....	5
2.2 RISULTATI DELLE SPERIMENTAZIONI.....	10
2.2.1 SPERIMENTAZIONE DI TORINO.....	10
2.2.2 SPERIMENTAZIONE DI MILANO.....	12
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
3.1 ANALISI COSTI-BENEFICI (CBA) .....	13
3.3 LA RELAZIONE TRA I SERVIZI, I COSTI E LE PERFORMANCE OPERATIVE .....	17
3.3 MODELLO DI DEFINIZIONE DEI COSTI DELLE OPERAZIONI DI CONSEGNA .....	19
<b>4 RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI.....</b>	<b>21</b>
4.1 ANALISI DEL SERVIZIO DI CONSEGNA BUSINESS AS USUAL.....	21
4.1.1 SERVIZIO DI CONSEGNA AS-IS A MILANO .....	22
4.1.2 SERVIZIO DI CONSEGNA AS IS A TORINO .....	23
4.2 ANALISI PRELIMINARE DEI DATI RACCOLTI NELLE SPERIMENTAZIONI .....	24
4.2.1 DATI OBU.....	24
4.2.3 DATI RSU - PIAZZOLE .....	27
4.2.3 CONSIDERAZIONI METODOLOGICHE E CONFRONTO TRA KPIS .....	29
4.4 ANALISI DEI COSTI BUSINESS AS USUAL.....	33
4.5 ANALISI DEI COSTI DELLE SPERIMENTAZIONI .....	35
4.5.1 COSTI DI INVESTIMENTO .....	36
4.5.2 COSTI OPERATIVI E DI MANUTENZIONE .....	39
4.6 IPOTESI SULL'ACCESSIBILITÀ AL SERVIZIO E RIPARTIZIONE DEI COSTI TRA P.A. E OPERATORI.....	39
<b>5 CBA DELLE SOLUZIONI DI PROGETTO URBeLOG .....</b>	<b>40</b>
5.1 MOBILE DEPOT.....	41
5.1.1 DESCRIZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE .....	41

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

5.1.2 RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI.....	42
5.1.3 ANALISI DEI KPIS E DELLE PRESTAZIONI.....	44
5.1.4 APPLICAZIONE DEL MODELLO PRESTAZIONALE.....	47
5.1.5 APPLICAZIONE DEL MODELLO DI COSTO.....	49
5.1.6 CBA DELLA SPERIMENTAZIONE.....	52
5.2 INFRASTRUTTURAZIONE INTELLIGENTE DI PIAZZOLE DI SOSTA.....	55
5.2.1 DESCRIZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE.....	55
5.2.2 RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI.....	55
5.2.3 ANALISI DELLA PRESTAZIONE.....	56
5.2.4 APPLICAZIONE DEL MODELLO DI COSTO.....	59
5.2.5 CBA DELLA SPERIMENTAZIONE.....	61
5.3 ZEV.....	65
5.3.1 DESCRIZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE.....	65
5.3.2 RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI.....	66
5.3.3 ANALISI DELLE PRESTAZIONI.....	66
5.3.4 APPLICAZIONE DEL MODELLO DI COSTO.....	67
5.3.5 CBA DELLA SPERIMENTAZIONE.....	68
6.1 SIMULAZIONE.....	72
6.1.1 IL SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI DI URBELOG.....	72
6.2 DATI DI INPUT.....	75
6.3 KEY PERFORMANCE INDICATOR (KPI).....	78
6.4 RISULTATI.....	78
6.4.1 EFFICIENZA OPERATIVA.....	79
<b>6 ANNEX 1: CONSIDERAZIONI GENERALI SULL'INDUSTRIA DELLA LOGISTICA.....</b>	<b>81</b>
6.2 STRUTTURA DEL MERCATO DELLA LOGISTICA.....	84
ASPETTI TECNICI ED ECONOMICI DELLE REGOLAMENTAZIONI ALL'ACCESSO.....	91
SOSTENIBILITÀ ECONOMICO-FINANZIARIA.....	94
STRATEGIE E POLITICHE INCENTIVANTI.....	100
6.2.1 ACCESSO LIBERO.....	101
6.2.2 POLITICHE BASATE SULLA REMUNERAZIONE BASATA SUL COSTO MARGINALE.....	101



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

6.2.3	POLITICHE BASATE SULLA REMUNERAZIONE BASATA SULLA COPERTURA DEI COSTI MEDI TOTALI .....	102
6.2.4	UN METODO BASATO SU FRANCHISING .....	103
<b>7</b>	<b>ANNEX 2 ALGORITMI DI OTTIMIZZAZIONE DEL ROUTING DELLE FLOTTE.....</b>	<b>104</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>117</b>



## D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

# 1 OBIETTIVO

Il presente documento effettua un'analisi dei costi e dei benefici privati per gli operatori della filiera logistica relativi ai nuovi modelli di business e all'applicazione delle tecnologie ICT sui processi degli operatori della filiera logistica. In particolare vengono confrontati scenari a pratica corrente ("Business As Usual") con scenari di sperimentazione, comprensivi delle soluzioni studiate e sperimentate in URBeLOG. La valutazione degli effetti in termini di costi e benefici privati è stata affrontata sulla base della ricostruzione modellistica delle performance operative e, successivamente, attraverso la realizzazione di una analisi Cost-Benefit applicata alle specifiche soluzioni di progetto. Per validare tale approccio e complementare le informazioni e i dati di progetto, sono stati simulati diversi sistemi di regole, al fine di tenere conto delle possibili influenze su specifiche soluzioni di ottimizzazione e per stimarne le ripercussioni su costi e benefici privati.

# 2 AMBITO DI ANALISI

## 2.1 FUNZIONALITÀ E KPIs NELLE SPERIMENTAZIONI URBeLOG

L'identificazione degli impatti sulla performance e degli eventuali ricavi associati alle diverse sperimentazioni può essere schematizzata per ciascuna tipologia di servizio/funzionalità che le diverse soluzioni di progetto sono finalizzate a raggiungere. In generale, le principali necessità e bisogni degli operatori della catena logistica urbana possono essere espresse dai seguenti punti:

- aumentare l'efficienza economica ed organizzativa interna;
- ridurre i costi operativi connessi alle attività di movimentazione, trasporto e distribuzione delle merci in città;
- ridurre i tempi di trasporto e consegna delle merci;
- raggiungere elevati livelli di produttività dei veicoli utilizzati per le operazioni di trasporto e distribuzione delle merci;
- migliorare la qualità del servizio offerto ai clienti;
- aumentare il controllo sull'intero processo di spedizioni;

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

- migliorare le capacità degli autisti dei veicoli merci di rispondere a variazioni di condizioni di traffico o delle consegne;
- avere maggiore accessibilità e fruibilità delle aree di sosta dedicate alle operazioni di carico/scarico merci;
- ottenere l'accesso ad informazioni dinamiche di traffico e viabilità in città, ecc.

I servizi che sono stati oggetto delle sperimentazioni permettono di offrire una serie di proposte di valore ai customer segment associati a URBELOG. L'analisi dei costi e benefici privati riguarderà in particolare le specifiche caratteristiche operative ed economiche di ciascuna sperimentazione e il loro impatto in capo agli operatori del servizio di logistica last mile sono definite nel dettaglio nei paragrafi seguenti. La tabella seguente, facendo riferimento alla classificazione presentata nel documento di progetto D2.1.1, sintetizza la value proposition della piattaforma ed i servizi e funzionalità oggetto delle sperimentazioni, associandole al caso d'uso effettivamente sperimentato nelle città.

Value proposition	Customer	Servizio / funzionalità	Caso d'uso associabile	Città
Interfaccia unica per la gestione di crediti verdi che facilita l'interazione tra i vari attori	Pubblica amministrazione Corrieri espresso Trasportatori in conto proprio e piccoli trasportatori	Conto crediti mobilità e schema di accreditamento unico e globale	Caso d'uso 6	TO
Pianificazione efficiente degli spostamenti	Corrieri espresso Trasportatori in conto proprio e piccoli trasportatori	Monitoraggio in tempo reale delle piazzole di sosta	Caso d'uso 2	TO MI
Riduzione tempi di consegna	Corrieri espresso Trasportatori in conto proprio e piccoli trasportatori	Prenotazione degli stalli (piazzole di sosta)	Caso d'uso 3	TO MI
Ottimizzazione del processo di consegna e minimizzazione dei costi di trasporto	Trasportatori in conto proprio e piccoli trasportatori (principalmente)	Algoritmo di routing dinamico e statico	Caso d'uso 1 Caso d'uso 4	TO MI

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Servizio di consegna attraverso un centro di consolidamento mobile accoppiato con cycle logistics (Mobile depot)	Corrieri espresso	Ottimizzazione dei tempi di consegna e innovazione nel parco veicolare	Caso d'uso 5	TO
Ottenimento di benefici disposti dalla PA come la possibilità di accesso preferenziale in zone e fasce orarie particolari	Corrieri espresso Trasportatori in conto proprio e piccoli trasportatori	Utilizzo di mezzi a basso impatto ambientale rispetto a quello di mezzi tradizionali		MI

Il processo di scelta dei KPIs da utilizzare per la valutazione delle soluzioni tecniche e di policy sviluppate all'interno del progetto URBeLOG ha previsto diverse fasi di lavoro:

- l'analisi dello stato dell'arte in termini di KPIs relativi sia a strumenti tecnologici specifici, quali Information Transport Systems (ITS) dedicati al trasporto merci in ambito urbano, sia alle misure di regolamentazione del trasporto merci in area urbana;
- la predisposizione di un primo set di KPIs compatibile con le soluzioni previste dal progetto URBeLOG;
- la validazione ed integrazione del set di KPIs attraverso il coinvolgimento dei soggetti (partners) coinvolti nel processo quali: lo sviluppatore della piattaforma e degli apparati e gli utilizzatori finali (operatori merci);
- la predisposizione degli strumenti di misura qualitativa per la valutazione delle funzioni dei KPIs.

La tabella seguente presenta una sintesi del processo di formulazione dei KPIs:

<b>Torino</b>	
Caso d'uso 1	
<b>Sistema di tracciamento (T&amp;T) della flotta di veicoli equipaggiati con OBU sia prototipali (SSSA) che legacy (Italdata) utilizzate per la sperimentazione.</b>	
KPIs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percorrenza;</li> <li>• Percorrenza per tipo di veicolo (alimentazione veicolo);</li> <li>• Velocità [media].</li> <li>• Percorrenza e velocità per fascia oraria [media]</li> <li>• Tipologia di servizio per fascia oraria [consegne/prese]</li> <li>• Tipologia di servizio per giornata [tipologia colli: parcel, small, big].</li> </ul>
Fonte dati	Registrazioni OBU. Integrazione dati OBU con dati reali TNT



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

Caso d'uso 2	
<b>Monitoraggio e gestione stalli carico/scarico oggetto della sperimentazione.</b>	
KPIs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequenza utilizzo piazzola;</li> <li>• Durata media sosta del veicolo;</li> <li>• Fasce orarie di utilizzo;</li> <li>• Velocità [variazione%] (parametro strettamente connesso alla congestione);</li> </ul>
Fonte dati	Registrazioni RSU non utilizzabili. Elaborazione dei dati raccolti dalle OBU
Caso d'uso 3	
<b>Sperimentazione veicoli IVECO equipaggiati con OBU sviluppate da SSSA per interagire con la piattaforma e l'infrastruttura ICT road side</b>	
KPIs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percorrenza;</li> <li>• Percorrenza per tipo di alimentazione veicolo (gpl, elettrico, diesel, ecc.);</li> <li>• Velocità [media];</li> <li>• Velocità [variazione%].</li> <li>• Percorrenza e velocità per fascia oraria [media]</li> </ul>
Fonte dati	Registrazioni OBU.
Caso d'uso 4	
<b>Sperimentazione veicolo (1 Daily diesel TNT) equipaggiato con OBU fornite da Italdata per T&amp;T veicolo ed altre funzionalità legate alle OBU legacy</b>	
KPIs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percorrenza;</li> <li>• Velocità [media].</li> <li>• Percorrenza e velocità per fascia oraria [media]</li> </ul>
Fonte dati	Registrazioni OBU. Integrazione dati OBU con dati reali TNT
Caso d'uso 5	
<b>Sperimentazione Mobile Depot TNT accoppiato con Cycle Logistics</b>	
KPIs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indice di prestazione;</li> <li>• Variazione percentuale Indice di prestazione;</li> <li>• Riduzione percentuale dei tempi di consegna bikers;</li> <li>• Incremento percentuale colli consegnati;</li> <li>• Esternalità (confrontare scenario MD anche con lo scenario STANDARD filiale-distribuzione su furgone)</li> </ul>
Fonte dati	Fonte dati: database TNT
Caso d'uso 6	
<b>Sistemi di policy making dinamici: sperimentazione crediti di mobilità (eco point)</b>	

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numero di colli consegnati (n°/unità di tempo);</li> <li>• Impronta ambientale per singolo collo;</li> <li>• Numero di colli per fascia oraria (da valutare se misurabile).</li> </ul>
	Integrazione dati OBU con dati reali TNT

<b>Milano</b>	
Caso d'uso 1	
<b>Sistema di tracciamento (T&amp;T) della flotta di veicoli equipaggiati con OBU sia prototipali (SSSA) che legacy (Italdata) utilizzate per la sperimentazione</b>	
KPIs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percorrenza;</li> <li>• Percorrenza per tipo di veicolo (alimentazione veicolo);</li> <li>• Velocità [media].</li> <li>• Percorrenza e velocità per fascia oraria [media]</li> </ul>
Fonte dati	Registrazioni OBU. Integrazione dati OBU con dati reali TNT
Caso d'uso 2	
<b>Monitoraggio e gestione stalli carico/scarico oggetto della sperimentazione</b>	
KPIs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequenza utilizzo piazzola;</li> <li>• Durata media sosta del veicolo;</li> <li>• Fasce orarie di utilizzo;</li> </ul>
Fonte dati	Registrazioni telecamere.
Caso d'uso 3	
<b>Sperimentazione veicoli IVECO equipaggiati con OBU sviluppate da SSSA per interagire con la piattaforma e l'infrastruttura ICT road side</b>	
KPIs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percorrenza;</li> <li>• Percorrenza per tipo di alimentazione veicolo (gpl, elettrico, diesel, ecc.);</li> <li>• Velocità [media];</li> <li>• Percorrenza e velocità per fascia oraria [media]</li> </ul>
Fonte dati	Registrazioni OBU.
Caso d'uso 4	
<b>Sperimentazione veicolo (1 Daily diesel TNT) equipaggiato con OBU fornite da Italdata per T&amp;T veicolo ed altre funzionalità legate alle OBU legacy</b>	
KPIs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percorrenza;</li> <li>• Velocità [media];</li> <li>• Percorrenza e velocità per fascia oraria [media]</li> </ul>
Fonte dati	Dati BAU e modellistica.

## **2.2 RISULTATI DELLE SPERIMENTAZIONI**

### **2.2.1 Sperimentazione di Torino**

Le aree scelte per la sperimentazione di Torino sono:

- la Zona Traffico Limitato (ZTL) per i veicoli equipaggiati con OBU plus
- la Zona di Torino limitrofa al centro (Lingotto) per alcune prove con veicoli equipaggiati con OBU plus
- il comune di Ciriè per il veicolo equipaggiato con OBU base

Nella ZTL di Torino vige il divieto di accesso dalle 07:30 alle 10:30; sono inoltre presenti alcune ulteriori limitazioni al suo interno:

- ZTL Area Romana: chiusura ore 21-07.30 (ogni giorno, feriali e festivi), carico e scarico merci: ore 10.30-16
- ZTL Trasporto pubblico: chiusura ore 07-20 (ogni giorno), carico e scarico merci: ore 10.30-12.30
- ZTL Pedonale: chiusura ore 0.00-24 (sempre, ogni giorno), carico e scarico merci: ore 10.30-12.30

L'operatore logistico coinvolto nella sperimentazione è TNT, che a Torino ha aree proprie sia presso l'interporto SiTo (Hub) che presso Pescarito (CDU).

I percorsi effettuati con i veicoli sono tutti relativi alle consegne a partire dal CDU di Torino Pescarito in distribuzione diretta nella ZTL per i veicoli preparati da Iveco ed equipaggiati con OBU plus, con consegne nel comune di Ciriè per il veicolo con OBU base. Il periodo di osservazione dei percorsi effettuati va dal 21/04/2017 al 31/08/2017.

L'infrastruttura ICT road side è stata installata presso due siti definiti insieme al Comune di Torino e a 5T (l'agenzia che gestisce la mobilità urbana di Torino). I due siti sono situati in

- Via Giolitti angolo corso Cairoli (ZTL Centrale) dove è presente un'area di carico/scarico dalla lunghezza di circa 10 metri suddivisa in due stalli
- Via Arsenale angolo via S. Quintino (ZTL Centrale e ZTL trasporto pubblico) dove è presente un'area di carico/scarico dalla lunghezza di circa 15 metri non suddivisa in stalli

In entrambi i siti sono state installate:



#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

- una smart camera: telecamera + modulo di elaborazione
- una RSU (denominate rispettivamente TORSU1 e TORSU2)

L'installazione è avvenuta usufruendo della infrastruttura preesistente di proprietà del Comune / 5T (pali e armadio per alimentazione), effettuando gli scavi per l'inserimento dei cavi di alimentazione nei cavidotti già presenti e inserendo degli interruttori dedicati negli armadi.

Una ulteriore installazione con una RSU e due smart camera è stata effettuata presso l'Open Air Lab di TIM (sede di via G.Reiss Romoli 274) per poter effettuare prove aggiuntive.

Il pilota di Torino prevede la:

- sperimentazione tecnica dell'OBU (On-Board Unit) di URBeLOG: sui veicoli forniti da IVECO per la sperimentazione sono state installate le OBU realizzata da SSSA, in grado di interfacciarsi con i sensori a bordo del veicolo (can bus), le Road Side Unit e la piattaforma, tramite il middleware di progetto. I giri effettuati sono copie di giri reali (giri fittizi di consegne sulla base dei dati elaborati a partire dei dati di giri reali) effettuate da driver IVECO. La sperimentazione prevede di verificare le funzionalità di estrazione dati dai sensori di bordo e di invio verso la piattaforma e di interazione con le RSU per la gestione delle autorizzazioni delle soste
- sperimentazione tecnica di OBU legacy, fornite da Italdia ed installate su un veicolo Iveco fornito da TNT che effettua un giro di consegne reale, in grado di interfacciarsi con la piattaforma tramite il middleware di progetto. La sperimentazione prevede di verificare le funzionalità di estrazione dati dai sensori di bordo e di invio verso la piattaforma
- sperimentazione tecnica di OBU App
- sperimentazione tecnica della soluzione di bordo strada (RSU + smart camera) di URBeLOG. La sperimentazione prevede di verificare le interazioni
  - smart camera - RSU per la segnalazione di cambio stato della piazzola
  - RSU - OBU per l'hand-shaking ed il riconoscimento del veicolo
  - RSU - piattaforma per la segnalazione dello stato della piazzola e delle autorizzazioni delle soste
- sperimentazione dei servizi Last-Mile Logistics offerti all'operatore logistico e alla PA:
  - gestione green area
  - gestione piazzole
  - gestione veicoli coinvolti su cui sono installate le diverse OBU
  - monitoraggio dei viaggi



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

- reportistica utilizzo stalli di carico/scarico
- sperimentazione tecnica di strumenti per le comunità di automobilisti (infomobilità social)
- sperimentazione dell'integrazione della piattaforma URBeLOG con i sistemi Legacy spiegare meglio cosa si intende?
- sperimentazione servizi avanzati B2B a supporto del processo distributivo (Mobile depot ed utilizzo di cargo bike).

## 2.2.2 Sperimentazione di Milano

Le **aree** scelte per la sperimentazione di Milano sono due, entrambe collocate in aree centrali della città. Queste due aree sono la parte di centro storico che ricade all'interno di Area C, ovvero la zona interessata dal provvedimento di "congestion charge" in coincidente con la ZTL "Cerchia dei Bastioni" e la via commerciale di Corso Buenos Aires che si trova a ridosso di Area C.

L'**operatore logistico** coinvolto nella sperimentazione è TNT, che a Milano ha un sito proprio presso Peschiera Borromeo che svolge in modo integrato il ruolo di HUB e CDU.

I percorsi effettuati con i veicoli sono tutti relativi alle consegne a partire dal CDU di Peschiera Borromeo in distribuzione:

- nella zona di corso Buenos Aires per i veicoli preparati da Iveco ed equipaggiati con OBU plus
- in area C per i veicoli con OBU base (si veda la tabelle seguente)

GIRO	TARGA	CLASSE	ZONA
15C	FE970VP	EU6	corso Buenos Aires
16A	FE973VP	EU6	viale Monza, corso Buenos Aires, via Palestrina, via Pergolesi
16H	FE975VP	EU6	viale Monza, via Breda, via Capelli, via Soffredini

Il periodo di osservazione dei percorsi effettuati con i veicoli equipaggiati con OBU plus va dal 03/07/2017 al 11/07/2017, quello per i veicoli equipaggiati con OBU base dal 03/07/2017 al 30/09/2017.

L'infrastruttura ICT road side installata in Corso Buenos Aires, angolo Via Gaspare Spontini, è stato definito in accordo con il Comune di Milano (per quanto riguarda la scelta di Corso Buenos Aires come area di sperimentazione) e con l'azienda multiservizi A2A S.p.A per quanto riguarda la scelta del punto esatto in cui effettuare l'infrastrutturazione (A2A gestisce per conto del Comune di Milano

### **D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

i servizi di fornitura elettrica dei semafori e dell'illuminazione pubblica nell'area oggetto dell'installazione).

L'installazione è avvenuta su un palo semaforico a circa 5 metri di altezza. Sul palo individuato sono state installate le seguenti tecnologie:

- 2 smart camera: telecamera + modulo di elaborazione
- una RSU (MIRSU2)

Le 2 smart camera Urbelog sono in grado di monitorare due differenti stalli di carico-scarico presenti in Corso Buenos Aires, ognuno composto da due differenti stalli (4 in totale). L'installazione è avvenuta il 28 Settembre 2017 ad opera del personale tecnico di A2A S.p.A in accordo con il Comune di Milano e Amat.

Il pilota di Milano ha previsto la:

- sperimentazione tecnica di OBU legacy fornite da Italdata: la sperimentazione tecnica dell'OBU legacy prevede che sui veicoli forniti da TNT durante la sperimentazione siano installate le OBU fornite da Italdata, in grado di inviare e ricevere dati del veicolo;
- sperimentazione tecnica della soluzione di bordo strada (RSU + smart camera) di URBeLOG. La sperimentazione prevede di verificare le interazioni
  - smart camera - RSU per la segnalazione di cambio stato della piazzola
  - RSU - piattaforma per la segnalazione dello stato della piazzola e delle autorizzazioni delle soste

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 ANALISI COSTI-BENEFICI (CBA)**

L'analisi costi-benefici è uno strumento analitico utilizzato per stimare i vantaggi o gli svantaggi generati da un investimento, valutandone i costi e i benefici come misura dell'impatto sul benessere sia privato che sociale. Sebbene, in genere, l'ACB venga impiegata principalmente per la valutazione dei progetti nella fase ex ante, l'analisi può essere utilizzata anche nella valutazione in itinere ed ex post.

Il quadro analitico dell'ACB è riconducibile ai seguenti concetti di base (Pearce, et. al. 2006; CE, 2014):

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

**Calcolo degli indicatori di performance espressi in termini monetari (rilevante sia nelle CBA sul benessere privato che sociale):** la CBA si basa su una serie di obiettivi di progetto prestabiliti e assegna un valore monetario a tutti gli effetti positivi (benefici) e negativi (costi) dell'intervento. Questi valori vengono attualizzati e sommati al fine di calcolare il beneficio totale netto. La performance complessiva del progetto viene misurata tramite indicatori quali, nello specifico, il Valore Attuale Netto (VAN), espresso in valori monetari, e il Tasso Interno di Rendimento (TIR), consentendo così il confronto e la classificazione di alternative o progetti concorrenti.

**Prospettiva di lungo termine (rilevante sia nelle CBA sul benessere privato che sociale):** l'ACB adotta un orizzonte temporale di lungo termine, compreso solitamente tra un minimo di 10 e un massimo di 30 o più anni. Di conseguenza subentra la necessità di:

- stabilire un orizzonte temporale adeguato;
- prevedere i costi e i benefici futuri;
- adottare tassi di sconto appropriati per calcolare il valore attuale di costi e benefici futuri;
- considerare l'incertezza nella valutazione dei rischi del progetto.

**Approccio incrementale (rilevante sia nelle CBA sul benessere privato che sociale):** l'ACB confronta uno scenario che prevede la realizzazione del progetto con uno controfattuale di riferimento senza la realizzazione del progetto. Tale approccio, definito incrementale, richiede che:

- Sia definito uno scenario controfattuale relativo a ciò che accadrebbe in assenza del progetto. Per questo scenario vengono effettuate le proiezioni di tutti i flussi di cassa relativi alle operazioni realizzate nell'ambito del progetto, per ogni anno di durata dello stesso. Lo scenario senza progetto dovrà comprendere i costi e le entrate/benefici connessi agli interventi necessari per mantenere il servizio a un livello di operabilità ordinario Business As Usual. La scelta degli elementi caratterizzanti lo scenario controfattuale BAU deve essere effettuata sulla base delle evidenze circa la situazione più realistica, dal momento che la scelta effettuata può avere importanti conseguenze sui risultati dell'analisi.
- Siano elaborate le proiezioni dei flussi di cassa relative alla situazione con il progetto proposto, considerando tutti gli investimenti, i costi e i benefici finanziari derivanti dal progetto. L'ACB prende in considerazione la differenza tra i flussi di cassa generati nello scenario con il progetto rispetto a quello controfattuale. Gli indicatori di performance finanziari sono quindi calcolati esclusivamente sulla base di tali flussi di cassa incrementali.

**Approccio microeconomico (rilevante nelle CBA sul benessere sociale):** l'ACB costituisce tipicamente un approccio microeconomico che, tramite il calcolo degli indicatori di performance economici, consente di valutare l'impatto del progetto sulla società nel suo complesso, fornendo quindi una valutazione dei cambiamenti attesi sul benessere sociale. La creazione di occupazione diretta o gli effetti ambientali esterni generati dal progetto si riflettono nel VANE mentre sono esclusi

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

gli effetti indiretti (es. sui mercati secondari) e più ampi (es. su fondi pubblici, occupazione, crescita regionale ecc.).

**Costo opportunità (rilevante nelle CBA sul benessere sociale):** il costo opportunità di un bene o di un servizio è definibile come il guadagno perduto derivante dal mancato sfruttamento della migliore alternativa d'uso tra quelle scartate quando si effettua una scelta tra varie opzioni che si escludono a vicenda. La logica fondamentale dell'ACB si fonda sull'osservazione che le decisioni di investimento prese sulla base di valutazioni connesse al profitto e al meccanismo dei prezzi di mercato possono condurre, in determinate circostanze (es. fallimenti del mercato quali asimmetrie informative, esternalità, beni pubblici, ecc.), a risultati socialmente indesiderabili. Se, invece, input, output (compresi quelli intangibili) ed effetti esterni di un progetto d'investimento sono valutati in termini di costo opportunità, il ritorno economico è in grado di rappresentare una misura adeguata del contributo del progetto al benessere sociale.

Gli indicatori di performance finanziaria del progetto sono calcolati attraverso l'analisi finanziaria, inclusa nell'ACB. L'analisi finanziaria consente di:

- Delineare i flussi di cassa che sottendono al calcolo dei costi e dei benefici
- Valutare la redditività del progetto per il promotore
- Verificare la sostenibilità finanziaria del progetto, una condizione chiave per la fattibilità di qualunque progetto.

La metodologia dell'analisi finanziaria adottata è quella dei Flussi di Cassa Attualizzati (Discounted Cash Flow – DCF), che prevede che siano utilizzate le seguenti regole:

- L'analisi prende in considerazione esclusivamente i flussi di cassa in entrata e in uscita; non entrano invece nell'analisi accantonamenti, ammortamenti e altre voci contabili che non corrispondono ad effettivi movimenti di cassa.
- Il Valore Attuale dei flussi di cassa futuri è calcolato attraverso un appropriato Tasso di Sconto Finanziario (TSF), che riflette il costo opportunità del capitale.
- L'analisi dovrebbe di norma essere eseguita dal punto di vista del proprietario dell'infrastruttura. Se, nella fornitura di un servizio di interesse generale, il proprietario e l'operatore non coincidono, dovrà essere eseguita un'analisi finanziaria consolidata, che esclude i flussi di cassa tra il proprietario e l'operatore, al fine di valutare la redditività effettiva dell'investimento al netto dei pagamenti interni. Ciò risulta particolarmente agevole in presenza di un unico operatore, che fornisce il servizio per conto del proprietario, normalmente in virtù di un contratto d'appalto in concessione.
- Le previsioni relative ai flussi di cassa devono coprire un periodo appropriato alla vita economicamente utile del progetto e ai suoi impatti di lungo termine. Il numero di anni per i quali vengono fornite le previsioni è definito orizzonte temporale del progetto (o periodo di riferimento). La scelta dell'orizzonte temporale influisce sui risultati della valutazione; per



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

questo motivo, è stata condotta una verifica con i Partner di progetto per identificare per ciascuna sperimentazione l'orizzonte temporale corretto.

**Ricavi e costi operativi:** Le entrate del progetto sono definite come i flussi finanziari in entrata pagati direttamente dagli utenti per i beni o i servizi forniti dall'operazione, quali le tariffe direttamente a carico degli utenti per l'utilizzo dell'infrastruttura, la vendita o la locazione di terreni o immobili o i pagamenti per i servizi. Queste entrate saranno determinate in base alle previsioni della quantità di beni/servizi forniti e dei relativi prezzi.

**Redditività finanziaria:** La definizione dei costi di investimento, dei costi operativi, delle entrate consente di valutare la redditività finanziaria del progetto, misurata dai seguenti indicatori chiave:

- valore attuale netto – VAN
- tasso di rendimento finanziario - TRF

Il VAN e il TRF confrontano i costi di investimento con le entrate nette e misurano la capacità delle entrate nette generate dal progetto di ripagare l'investimento iniziale, indipendentemente dalle fonti o dai metodi con cui è finanziato. Il valore attuale netto finanziario dell'investimento è definito come la somma risultante dalla deduzione dei costi operativi e d'investimento del progetto (attualizzati) dal valore attualizzato delle entrate previste:

$$VAN = \sum_{t=0}^n a_t S_t = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n}$$

dove:  $S_t$  è il saldo dei flussi di cassa al tempo  $t$ ,  $a_t$  è il fattore di sconto finanziario scelto per l'attualizzazione al tempo  $t$ , mentre  $i$  è il tasso di sconto finanziario.

Il tasso di rendimento finanziario (TRF) dell'investimento è definito come quel tasso di interesse che rende nullo il valore attuale netto dell'investimento; il TRF viene calcolato attraverso la seguente equazione

$$0 = \sum \frac{S_t}{(1+TRF)^t} = \frac{S_0}{(1+TRF)^0} + \frac{S_1}{(1+TRF)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+TRF)^n}$$

Il VANF viene espresso in termini monetari (Euro) e dipende dalla dimensione del progetto.

Il TRF è invece un numero espresso in termini relativi (%), che non varia in funzione della dimensione di scala del progetto. Il TRF viene utilizzato principalmente per valutare le performance future dell'investimento rispetto ad altri progetti o a un tasso di rendimento adottato come riferimento.

Il rendimento dell'investimento è calcolato considerando:

- i costi di investimento (incrementali) e i costi operativi come flussi in uscita;
- le entrate (incrementali) e il valore residuo come flussi in entrata.

#### **D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

le imposte sul capitale, sul reddito o altre imposte dirette non sono considerate nel calcolo della redditività finanziaria, che viene effettuato prima delle deduzioni.

### **3.3 LA RELAZIONE TRA I SERVIZI, I COSTI E LE PERFORMANCE OPEATIVE**

La crescente importanza dei fornitori di servizi di logistica urbana deriva dai cambiamenti significativi e dagli sviluppi nel modo in cui le operazioni di trasporto merci si svolgono al giorno d'oggi. Ruesch e Petz (2008) e di Crainic et al. (2009a, b), sostengono come siano in atto le seguenti tendenze:

- il concetto di distribuzione è cambiato notevolmente. Vi è un notevole grado di accentramento di siti produttivi, magazzini e punti vendita al dettaglio, con conseguente aumento della domanda di trasporto.
- le pratiche correnti di produzione e distribuzione si basano su scorte basse e puntualità nelle consegne. La modifica dei modelli di stock keeping e i corrispondenti modelli di consegna portano a consegne più piccole e più frequenti da parte di veicoli leggeri per il trasporto merci.
- le strutture delle supply chain sono cambiate notevolmente, soprattutto per le imprese di grandi dimensioni. Molte aziende hanno ristrutturato la loro catena di fornitura prendendo il controllo su gran parte di essa e organizzando le consegne ai loro stessi rami.
- grazie alla crescita del e-commerce, distributori e rivenditori vengono progressivamente eliminati dalla catena di fornitura. In tal modo, l'importanza dei fornitori di servizi logistici è in aumento, dal momento che si occupano della distribuzione fisica delle merci, tra cui il rilascio di un documento di spedizione.

In sintesi, i fornitori di servizi logistici della città sono incorporati in catene di fornitura complesse, che richiedono il mantenimento delle promesse fatte a clienti sempre più esigenti come la consegna in finestre temporali sempre più ridotte dalle condizioni ambientali delle aree urbane congestionate (v. ad es. Area C). Questo emerge per i clienti commerciali (ad esempio, per le consegne puntuali nella produzione just-in-time), così come per i consumatori (ad esempio, nella vendita al dettaglio on-line). Il numero di operazioni di consegna complesse aumenta parallelamente al crescente utilizzo delle infrastrutture stradali, richiedendo il supporto di sofisticati sistemi di pianificazione.

I fattori che influenzano direttamente il trasporto di merci urbano sono stati approfonditamente studiati da Cherrett et al. (2012). Focalizzando l'attenzione sugli aspetti operativi, possono essere identificati i seguenti aspetti riportati da Cherrett et al. (2012):

- Frequenza media di consegna in diversi business
- Differenze nella frequenza di consegna tra business diversi
- Metodo di rifornimento delle merci
- Programmazione delle consegne

#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

- Orario di consegna
- Caratteristiche delle consegne per giorno della settimana
- Caratteristiche delle consegne per periodo dell'anno
- Tipi di veicoli utilizzati per effettuare le consegne
- Modalità di gestione delle prese (resi, fondi di magazzino, prodotti riciclabili) da riportare al un centro di distribuzione
- Tempi di stazionamento dei veicoli per la consegna merci
- Zone di scarico e loro caratteristiche

Gli studi che presenano dei modelli teorici di stima dei costi del servizio di consegna last mile si basano sull'identificazione di un minor numero di caratteristiche operative del servizio di consegna rispetto ai fattori generalmente identificati nelle analisi riportate sopra. Gevaers et al. (2009; 2011) presentano un elenco dei driver di costo che interessano la consegna di ultimo miglio, mostrando come la natura di tale servizio possa essere determinata in gran parte da quattro aspetti fondamentali (cfr. "caratteristiche generalizzate"):

- la tipologia di servizio offerta al consumatore
- la sicurezza e il tipo di operazioni di consegna
- l'area geografica servita, contestualmente al grado di penetrazione e densità del mercato
- la flotta e la tecnologia utilizzati

Sulla base di questa classificazione teorica, Gevaers et al. (2014) sviluppano un modello di costi in grado di simulare i costi B2C di ultimi miglio per unità di consegna basata su fattori di tempo e di distanza percorsi che variano a seconda della tipologia di veicolo impiegata.

$$TC = [ (T * t + D * d) + Z ]$$

Dove: TC rappresenta il costo totale di trasporto; T rappresenta la durata / ora del servizio di trasporto; t rappresenta il coefficiente di tempo / ora specifico per tipologia di veicolo; D rappresenta la distanza percorsa / percorsa per il trasporto, d rappresenta il coefficiente di distanza specifico per tipologia di veicolo; Z rappresenta i costi aggiuntivi non correlati alla distanza e/o al tempo.

Il modello permette di effettuare una stima del costo di consegna al variare di alcuni parametri chiave, tra cui la densità della popolazione nell'area servita, la possibilità di offrire un servizio di consegna prioritario in determinate fasce orarie, l'adozione di veicoli di consegna alternativi (cargo-bikes). In merito a quest'ultimo aspetto Gevaers et al. (2014) trovano ad esempio come ipotizzando che il servizio di consegna delle cargo bike avvenga esclusivamente in zone densamente popolate, sia possibile una riduzione del 45% dei costi di consegna rispetto all'uso di veicoli motorizzati (van) e come i costi di consegna in un'area urbana densamente popolata (> 1.500 abitanti / km<sup>2</sup>) rispetto ad una zona rurale (<50 abitanti / km<sup>2</sup>) possano differire per un valore di circa 5 euro a consegna (2,75 euro nel primo caso contro 7,75 euro nel secondo).



### **D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

Le analisi di tipo 'cost-benefit' sono frequentemente applicate a progetti di logistica urbana di ultimo miglio. Blanco et al. (2012) valutano attraverso un'analisi CBA l'infrastrutturazione intelligente di una rete di piazzole di sosta per il trasporto merci di ultimo miglio (Progetto FREILOT). Il modello di CBA applicato ha permesso di valutare i benefici individuali per gli utenti privati delle diverse opzioni sperimentate e di definire il valore massimo che gli operatori accetterebbero di pagare per l'utilizzo del sistema. Altri studi presentano una serie di analisi qualitative dei costi e benefici privati del servizio di consegna di ultimo miglio, sulla base sia di modelli teorici che di ricerche sul campo, senza tuttavia applicare un'analisi finanziaria basata sulla stima dei flussi di cassa (Blauwens e Van de Voorde, 2010 e Gevaers et al. 2009; 2011).

## **3.3 MODELLO DI DEFINIZIONE DEI COSTI DELLE OPERAZIONI DI CONSEGNA**

Per effettuare l'analisi dei costi-benefici relativi allo scenario BAU e ai Casi d'Uso delle sperimentazioni Urbelog, è stato necessario definire:

- le caratteristiche operative (parco veicolare, performance, volumi di consegna) del servizio di consegna di un operatore privato specializzato.
- i costi di investimento ed i costi operativi associati allo svolgimento di tale servizio di consegna.

Per stimare i costi associati al servizio di consegna è stata considerata la seguente funzione di costo:

$$Cs = \{ [(Cp + Cvg) * Nv] + Cvk * (Ns * Pm) \} / Nst$$

Dove:

Cs = Costo per stop

Cp = costo del personale / giorno

Cvg = costo veicolo / giorno

Cvk = costo veicolo / km

Nv = numero veicoli impiegati

Nst = numero stop totali



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

$P_m$  = percorrenza media / stop

Per poter stimare il costo per stop a diversi livelli di attività, identificati dal variare delle stop totali da effettuare in una giornata, è stato ipotizzato che non ci siano vincoli all'impiego di veicoli da parte dell'operatore per un volume di consegne nell'ordine delle 100 - 1000 stop al giorno.

Per identificare la saturazione dell'attività di consegna di un veicolo è stato definito un 'indice di saturazione'. L'interazione tra il numero di stop ipotizzato come dato di input e la funzione di saturazione permette di calcolare il numero di operatori necessari per effettuare tutte le consegne in un determinato giorno.

$$IS = [ (T_s * (N_s/N_v)) / T ]$$

Dove:

$T_s$  = tempo totale (percorrenza tragitto e consegna) medio per stop

$N_s$  = numero totale fermate in una giornata

$N_v$  = numero di veicoli

$T$  = turno di lavoro giornaliero massimo

L'indice di saturazione così definito è stato ipotizzato sulla base di due elementi:

1) Il livello medio di consegne/stop che possono essere adempiute in un giro al giorno: la saturazione è definita rispetto al numero di consegne e stop in un giro/giorno invece che rispetto al 'peso' perché i turni di consegna vengono saturati non sul volume delle consegne (il peso trasportabile in media da un furgone durante il suo giro), ma sul tempo, ossia, appunto, sul numero di stop/consegne effettuabili in un turno.

2) Il tempo operativo disponibile per la distribuzione (turno giornaliero dell'operatore) e il tempo di consegna medio per stop. Quest'ultimo influisce sul numero di spedizioni che possono essere consegnare o ritirate in media in ciascun giro. Il modello assume quindi che l'operatore non sia pagato per ciascuna stop, ma venga retribuito per un fisso al giorno corrispondente ad un turno di 7 ore di lavoro più una di pausa per il pranzo di 1 ora (stimato sulla base delle osservazioni effettuate grazie ai database "TNT" e "Urbelogs").

L'indice di saturazione è quindi calcolato come il rapporto tra la durata del turno medio (tempo impiegato da un operatore qualsiasi per terminare il numero medio di stop) rispetto al turno di lavoro giornaliero. Il tempo del turno medio viene calcolato come il prodotto tra il numero medio di stop per giro e il tempo medio per stop. Quest'ultimo si ricava dalla somma del tempo di percorrenza del tragitto medio e al tempo di sosta medio.

L'indice di saturazione è utilizzato per la sua flessibilità e scalabilità: può essere calcolato per qualsiasi livello di volume dell'attività di consegna, facendo semplicemente variare il numero di stop totali per giorno e lasciando costanti gli altri fattori. In tal modo si ottengono come output il numero

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

di operatori e il corrispondente Indice. Se l'Indice supera il 100%, un operatore/giro viene aggiunto allo scenario così da riportarlo sotto il livello di saturazione massima. Il numero che massimizza l'indice di saturazione per un determinato livello di stop totali è dunque scelto per eccesso (5 operatori con IS al 90% piuttosto che 4 con IS al 101%).

Nel modello non vengono prese in considerazione modifiche della performance operativa in diverse fasce orarie. Tale scelta è motivata dalla indisponibilità di dati raccolti a tale dettaglio nello scenario BAU. Nonostante tale limite di analisi, i dati ottenuti dalle sperimentazioni di progetto hanno permesso di effettuare una più dettagliata ripartizione delle caratteristiche della performance operativa delle attività di consegna per le diverse fasce orarie della giornata. Inoltre, per quanto riguarda la velocità media di servizio ipotizzabile a Milano, sulla base di una verifica condotta per mezzo delle analisi AMAT sulla congestione stradale in Area C (PUMS, 2016), si è riscontrato come nelle fasce orarie di interesse la velocità media dei veicoli risulti più stabile rispetto alla variazione della congestione tra fasce mattutine e pomeridiane.

## 4 RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI

### 4.1 ANALISI DEL SERVIZIO DI CONSEGNA BUSINESS AS USUAL

I dati relativi alle prestazioni del servizio dell'operatore Partner di progetto sono stati ottenuti sulla base di misurazioni reali del servizio di consegna da esso effettuate prima dell'avvio delle sperimentazioni URBeLOG ("Database TNT").

I dati relativi ai costi del servizio di consegna sono stati stimati sulla base della letteratura e delle indicazioni ottenute dal confronto con l'operatore Partner di progetto.

I dati coprono il servizio di consegna effettuato nel marzo 2016 (dall'8 marzo al 12 marzo 2016). Di seguito si riportano le variabili incluse nel database fornito:

- Codice del giro consegne, a cui è associato un veicolo.
- Classe del veicolo che effettua il giro consegne.
- Km totali effettuati in una giornata per giro.
- Numero di stop per giro, che identifica le fermate effettuate.
- Numero di consegne per giro: somma delle consegne registrate come effettuate, ossia quando il cliente firma alla consegna. Più spedizioni possono corrispondere allo alla stessa fermata se vengono effettuate a due persone/indirizzi differenti.
- Le coordinate degli indirizzi delle singole consegne in formato **UTM** (Universal Transverse Mercator).

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

- Durata effettiva del turno: misurata come il tempo trascorso tra l'ora in cui l'autista aggiorna lo stato di avanzamento della prima consegna e quello dell'ultima consegna.
- Peso totale delle consegne per giro.

I dati sono registrati a partire dalla prima consegna e dunque tempistiche, percorrenze e velocità medie sono registrate a partire dal primo indirizzo ed escludono l'impatto delle fasi di carico del veicolo ed il percorso per arrivare al magazzino TNT. Non è stato inoltre possibile suddividere i dati per fascia oraria, perché sono fornite solo le percorrenze totali giornaliere per veicolo.

È stato inoltre necessario ipotizzare il tempo medio di sosta per ottenere la velocità media perché il database TNT non distingue tra il tempo di sosta per la consegna e quello di percorrenza tra una stop e l'altra, ma fornisce solo il tempo totale impiegato per consegnare i colli relativi ad una determinata stop e raggiungere l'indirizzo successivo.

I KPIs identificati in ciascuna fascia oraria e in media in una giornata di attività per ciascun tipo di veicolo (van, cassonato, cargo-bike) e per ciascuna zona geografica (ZTL, urbana non ZTL, extraurbana, mista) sono i seguenti:

- Numero di stop/ora
- Numero di stop/km
- Velocità media (km/h)
- Tempo di consegna (min/stop)

#### 4.1.1 SERVIZIO DI CONSEGNA AS-IS A MILANO

I dati relativi a Milano fanno riferimento alle consegne svolte all'interno dell'Area C e in corso Buenos Aires. Il servizio di consegna è portato a termine con veicoli furgonati e biciclette (Appendice 1 e 2), con una suddivisione delle consegne effettuate pari all' 80% e al 20% rispettivamente.

La tabella presenta le caratteristiche dei veicoli furgonati presenti in Area C.

Veicolo	Lunghezza	Classe merci	Classe EU
FURGONATO 1	5,9-7.3m	light	Euro 5
FURGONATO 2	5,9-7.3m	light	Euro 5
FURGONATO 3	4,97 m	light	Euro 4
FURGONATO 4	5-6 m	light	Euro 5
FURGONATO 5	4,97 m	light	Euro 5
FURGONATO 6	4,97 m	light	Euro 4
FURGONATO 7	4,9-5,4 m	light	Euro 4

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

FURGONATO 8	5,9-7.3m	light	Euro 5
FURGONATO 9	5-6 m	light	Euro 4
FURGONATO 10	4,97 m	light	Euro 4
FURGONATO 11	5,0-6,8 m	light	Euro 5

La tabella sottostante riporta i valori medi delle osservazioni effettuate nello scenario AS IS di Milano rispetto alla tipologia di merce trasportata.

	<b>CONTEGGIO DI N STOP</b>	<b>MEDIA DI PESO</b>	<b>SOMMA DI N COLLI</b>
<b>MEDIA DELLE CONSEGNE IN UNA GIORNATA - FURGONE</b>			
<b>TOTALE</b>	<b>86</b>	<b>8</b>	<b>100</b>
<b>BUSTA</b>	13,4	0,7	13,4
<b>COLLO</b>	51,1	12,8	68,3
<b>CONTENITORE PER CAPI</b>	1	25	1
<b>PRESA</b>	23	-	21
<b>MEDIA DELLE CONSEGNE IN UNA GIORNATA - CARGO-BIKE</b>			
<b>TOTALE</b>	<b>52</b>	<b>1</b>	<b>171</b>
<b>BUSTE</b>	<b>38</b>	<b>1</b>	<b>124</b>
<b>COLLI</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>47</b>

## 4.1.2 SERVIZIO DI CONSEGNA AS IS A TORINO

I dati relativi a Torino fanno riferimento alle consegne svolte nella zona ZTL della città da parte di due furgoni e sei biciclette. Il numero di veicoli utilizzati dall'agenzia partner del progetto è ridotta rispetto al caso di Milano vista la limitata estensione dell'area della ZTL a Torino, pari a circa 2,58 Km quadrati, mentre l'Area C di Milano copre l'intera Cerchia dei Bastioni per un'area di 8,2 km quadrati.

<b>Veicolo</b>	<b>Lunghezza</b>	<b>Classe merci</b>	<b>Classe EU</b>
CASSONATO 1	4,97 m	light	Euro 5
FURGONATO 1	4,97 m	light	Euro 5



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

La tabella sottostante riporta i valori medi delle osservazioni effettuate nello scenario AS IS di Torino rispetto alla tipologia di merce trasportata.

	<b>CONTEGGIO DI N STOP</b>	<b>MEDIA DI PESO</b>	<b>SOMMA DI N COLLI</b>
<b>MEDIA DELLE CONSEGNE IN UNA GIORNATA - CARGO-BIKE</b>			
<b>TOTALE</b>	47	1,31	47
<b>BUSTE</b>	15	0,73	15
<b>COLLI</b>	22	2,40	22
<b>PRESE</b>	10	0,63	10
<b>MEDIA DELLE CONSEGNE IN UNA GIORNATA - FURGONE</b>			
<b>TOTALE</b>	<b>135</b>	<b>37,1</b>	<b>245</b>
<b>BUSTE</b>	5	0,6	5
<b>COLLI</b>	103	45,3	214
<b>CONTENITORE PER CAPI</b>	1	7,2	1
<b>PRESA</b>	26	5,1	26

## 4.2 ANALISI PRELIMINARE DEI DATI RACCOLTI NELLE SPERIMENTAZIONI

### 4.2.1 DATI OBU

L'analisi delle performance operative registrate durante le sperimentazioni è bastata sul seguente insieme di dati:

- viaggi effettuati dai veicoli in servizio TNT con OBU Italdati
- veicoli messi a disposizione da IVECO ed equipaggiati con OBU SSSA

Ricadono nel primo gruppo i veicoli utilizzati giornalmente da TNT per effettuare le proprie consegne, equipaggiati con l'OBU fornita da Italdati (in altre parti definita "OBU legacy").

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Veicolo	Giro	Periodo	Num. Giorni Totali	Num. Giorni Validi (*)	Num. ore tot	Km tot	Num. medio rilevazioni giornaliere (**)	NOTE
URB01	Torino Pescarito – Ciriè e paesi limitrofi	05/04/2017 07/09/2017	103	<b>76</b>	<b>843</b>	<b>8498</b>	470	Alimentazione diesel Il veicolo ha avuto problemi tecnici per cui è rimasto fermo dal 08/09/2017 al termine della sperimentazione
URB02	Peschiera Borromeo - Milano Cso. Buenos Aires	08/06/2017 29/09/2017	114	<b>63</b>	<b>615</b>	<b>3059</b>	376	Alimentazione diesel
URB03	Peschiera Borromeo - Milano Cso. Buenos Aires	13/06/2017 29/09/2017	109	<b>64</b>	<b>626</b>	<b>3070</b>	358	Alimentazione diesel
URB04	Peschiera Borromeo - Milano Cso. Buenos Aires	15/06/2017 29/09/2017	107	<b>56</b>	<b>546</b>	<b>4276</b>	488	Alimentazione diesel

(\*) I giorno validi devono avere almeno 170 rilevazioni raccolte

(\*\*) Gli invii sono nell'ordine di uno ogni 30' solo quando il veicolo è in funzione

Ricadono nel secondo gruppo i veicoli messi a disposizione da IVECO ed equipaggiati con OBU SSSA. I percorsi di questi veicoli sono stati effettuati da driver Iveco e ricalcano dei giri "tipo" forniti da TNT.

tt	Giro	Periodo	Num. Giorni Totali	Num. Giorni Validi (*)	Num. ore tot	Km tot	Num. medio rilevazioni giornaliere (**)	NOTE
VIN_URB ELOG_V0008	Torino Pescarito – area centrale TO	10/05/2017 04/07/2017	33	<b>25</b>	<b>140</b>	<b>1656</b>	2730	Alimentazione diesel Il veicolo non ha preso parte alla sperimentazione di Milano
VIN_URB ELOG_V0009	Torino Pescarito – area centrale TO Peschiera Borromeo - Milano Cso. Buenos Aires	27/04/2017 07/07/2017	38	<b>31</b>	<b>196</b>	<b>2650</b>	2827	Alimentazione CNG
VIN_URB ELOG_V0010	Torino Pescarito – area centrale TO Peschiera Borromeo - Milano Cso. Buenos Aires	02/02/2017 07/07/2017	33	<b>31</b>	<b>163</b>	<b>1534</b>	2386	Alimentazione elettrica

(\*) I giorno validi devono avere almeno 1000 rilevazioni raccolte

(\*\*) Gli invii sono con timing varabile da 1 al secondo a 1 ogni 5 secondi

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

Il database reso disponibile è organizzato nelle seguenti sezioni:

<b>Variabile misurata</b>	<b>Descrizione</b>
date	Data in cui è effettuato il servizio
timeSlot	Fascia oraria in cui è effettuato il servizio
totalCO2	CO2 emessa dal veicolo
totalmeter	Distanza percorsa (metri)
totalStop	Stop effettuate
averageStopTime	Tempo medio di sosta, espresso in secondi e calcolato utilizzando gli intervalli tra gli eventi di Ignition OFF – Ignition ON inviati dalle OBU.
Model	Modello veicolo
Consumption	Consumo di carburante
fuel	Tipologia di carburante utilizzato dal veicolo
height	Altezza veicolo
length	Lunghezza veicolo
weight	Peso veicolo
width	Larghezza veicolo
route	Coordinate geografiche dei punti in cui sono effettuate le stop nella fascia oraria corrispondente

Il database Urbelog permette inoltre la ripartizione tra le tipologie di colli consegnati tra buste e pacchi, oltre all'identificazione del numero di prese effettuate nelle diverse fasce orarie. Sono inoltre disponibili le informazioni sul peso delle consegne e dei ritiri, riportati nella tabella sottostante.

Ripartizione della tipologia di merce consegnata nei progetti pilota		
	Torino giro extraurbano	Milano urbano non ZTL
Busta	0.9 kg	0.8
Collo	12 kg	13
Preso	10 kg	n/a

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

## 4.2.3 DATI RSU - piazzole

Nella tabella sottostante si riportano i dati ottenuti relativamente alle piazzole grazie al monitoraggio delle RSU.

Si noti che dal numero delle variazioni di stato sono state eliminate quelle che contengono lo stato '1', stato temporaneo di occupato della durata di 1' seguito sempre da un'assegnazione ad altro stato (occupato autorizzato/non autorizzato)

Nome	Data installazione	Num. Giorni Totali	Num. Giorni Validi (*)	Num. medio variazioni stato (**)	NOTE
TO c/o sede TIM Via Reiss Romoli	19/06/2017	24	19	77	
TO – via Giolitti angolo cso. Cairoli	10/05/2017	11	10	298	L'RSU continua a funzionare ma non è disponibile il collegamento con la telecamera e quindi non vengono rilevate le variazioni di stato
TO – via dell'Arsenale	10/05/2017	1	1	40	
MI – cso. Buenos Aires	04/10/2017	3	3	87	L'RSU continua a funzionare ma non è disponibile il collegamento con la telecamera e quindi non vengono rilevate le variazioni di stato

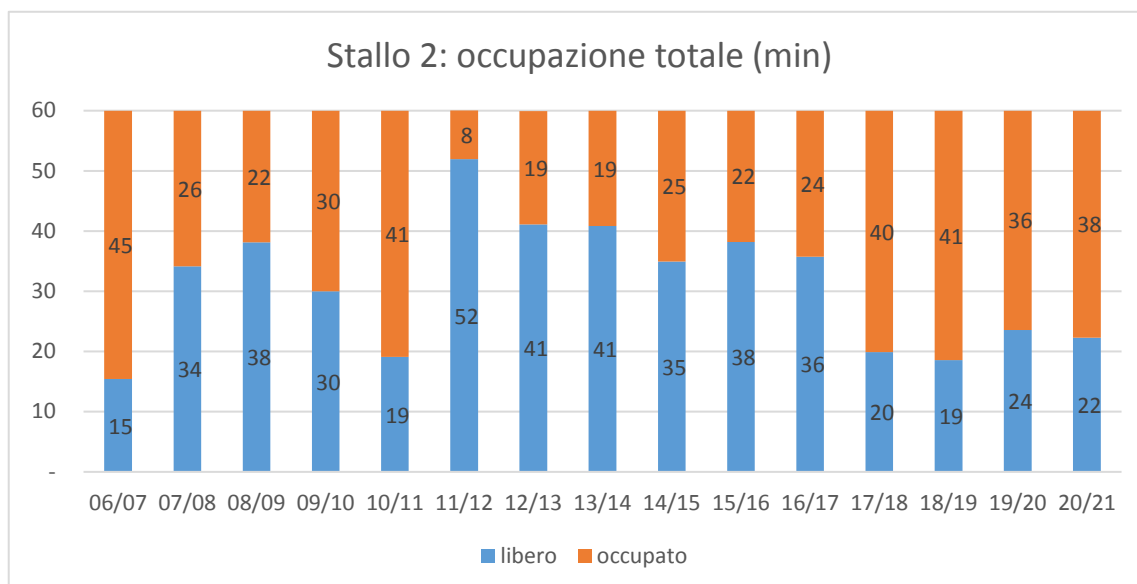
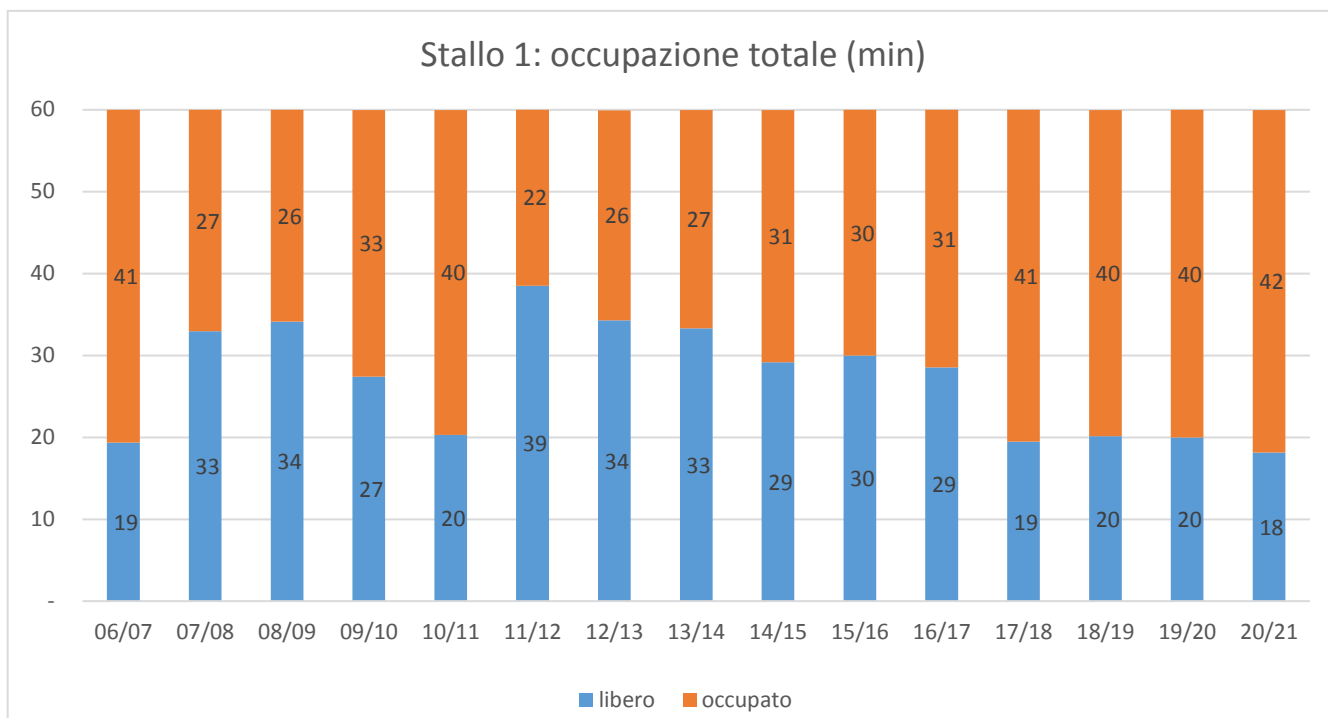
(\*) I giorno validi devono avere almeno 10 cambiamenti di stato rilevati

Si specifica inoltre come nel caso di Milano sia stato possibile raccogliere i dati relativi alle giornate di funzionamento delle RSU anche in assenza di collegamento con la piattaforma attraverso dei sopralluoghi fisici presso il sito di installazione. Tali misurazioni ricoprono il periodo che va dal 05/10/2017 al 6/01/2018.

I dati forniti dal database così raccolto forniscono lo stato di occupazione delle piazzole monitorate ad ogni secondo di qualsiasi ora. Le telecamere registrano infatti la presenza o meno di un veicolo e la presenza o meno di OBU a bordo. Dal momento che, per la specifica configurazione delle sperimentazioni nei siti pilota, non è stato possibile monitorare dei giri di consegna reali degli operatori equipaggiati di OBU attraverso il monitoraggio delle RSU installate, i dati raccolti si riferiscono alla generica sosta presso la piazzola di veicolo merci e autoveicoli.

La tabella sottostante fornisce un esempio delle estrazioni ottenibili dal database, sono riportati i dati raccolti dalla Telecamera "sc\_1" nella fascia oraria 7.00-21.00 di mercoledì 6 dicembre 2017. I dati sono stati riorganizzati per mostrare i minuti di occupazione totali rispetto al caso opposto, per ciascuna fascia oraria. Le fasce 6.00-7.00, 10.00-11.00 e 17.00-20.00 risultano le più congestionate, mentre la fascia meno congestionata è quella tra le 11.00 e le 14.00.

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



Alcune complessità tecnologico-organizzative sono emerse durante le fasi di sperimentazione, tra cui la necessità di ottimizzare la connessione tra RSU e la telecamera e la necessità di modificare gli algoritmi di riconoscimento dell'attività di parcheggio, che allo stato attuale comportano una identificazione non verosimile delle fasi di occupazione delle piazzole: tale fenomeno si manifesta

### **D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

nella durata delle singole soste registrate, che nella maggioranza dei casi non eccede il minuto. I dati registrati pertanto non possono essere utilizzati ai fini delle valutazioni delle performance operative e dei relativi impatti economici e ambientali, a causa dell'incertezza legata al funzionamento dell'algoritmo di calcolo delle soste.

Per supplire ai casi in cui è stata riscontrata una mancanza di significatività statistica dei dati raccolti dalle OBU e dalle RSU, le informazioni sono state integrate con i dati raccolti sui sistemi posseduti dai partner di progetto. In particolare sono stati presi in considerazione i dati dell'operatore privato partner relativi sia al caso dei dati "AS-IS" sia al caso dei medesimi giri condotti durante delle sperimentazioni, in modo tale da poter integrare ai dati dei viaggi provenienti dalle OBU le consegne ed i ritiri realmente effettuati. Ciò è stato necessario poiché in alcune circostanze i giri effettuati dai veicoli impiegati nelle sperimentazioni non hanno potuto compiere dei percorsi identici a quelli effettuati nelle reali operazioni di consegna, per via dell'impossibilità riscontrata durante la sperimentazione di ottenere le autorizzazioni necessarie al passaggio nella zona ZTL di Torino.

Inoltre, la necessità di ottenere misurazioni che consentissero la comparabilità dei KPIs registrati con i KPIs dello scenario di consegna AS-IS ha reso necessaria l'applicazione di modelli che di simulazione. Sono stati a tal fine adottati:

- il modello di simulazione System Dynamics sviluppato dal Politecnico di Torino, basato sulla formulazione di algoritmi per l'ottimizzazione real-time del routing di flotte integrate nell'infrastruttura URBeLOG. L'analisi condotta attraverso tale modello è riportata nel Capitolo 6 e nell'Appendice 1.
- Il modello del traffico AMAT, in grado di simulare gli impatti trasportistici (variazione delle percorrenze medie, variazione della velocità media, variazione del numero di veicoli, variazione dell'indice di congestione) di alcune policy di logistica urbana e delle soluzioni progettuali Urbelog sull'intera Area C. L'analisi condotta attraverso tale modello è riportata nei documenti di progetto D.12.2 e D12.3.

Quando anche tali modelli non sono risultati idonei o disponibili, come nel caso di un modello del traffico utilizzabile per le valutazioni del caso pilota di Torino, è stato necessario basare le ipotesi su dati di letteratura o rinunciare all'analisi economica ed ambientale di specifiche caratteristiche inizialmente incluse nella definizione delle sperimentazioni.

## **4.2.3 CONSIDERAZIONI METODOLOGICHE E CONFRONTO TRA KPIs**

Per poter garantire la rappresentatività dei KPIs a partire dal dataset fornito dai partner di progetto sono state effettuate le seguenti elaborazioni:

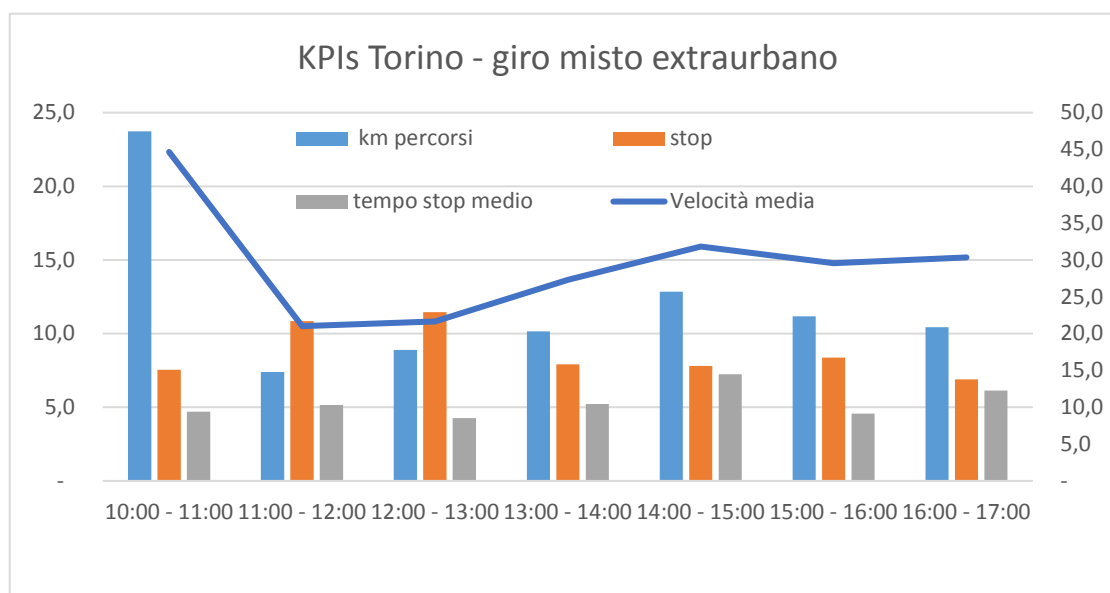
Identificazione delle fasce orarie in cui le performance operative sono influenzate da elementi particolari (pausa pranzo, operazioni di carico/scarico del veicolo, percorso di andata e di rientro dalla sede centrale).

#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

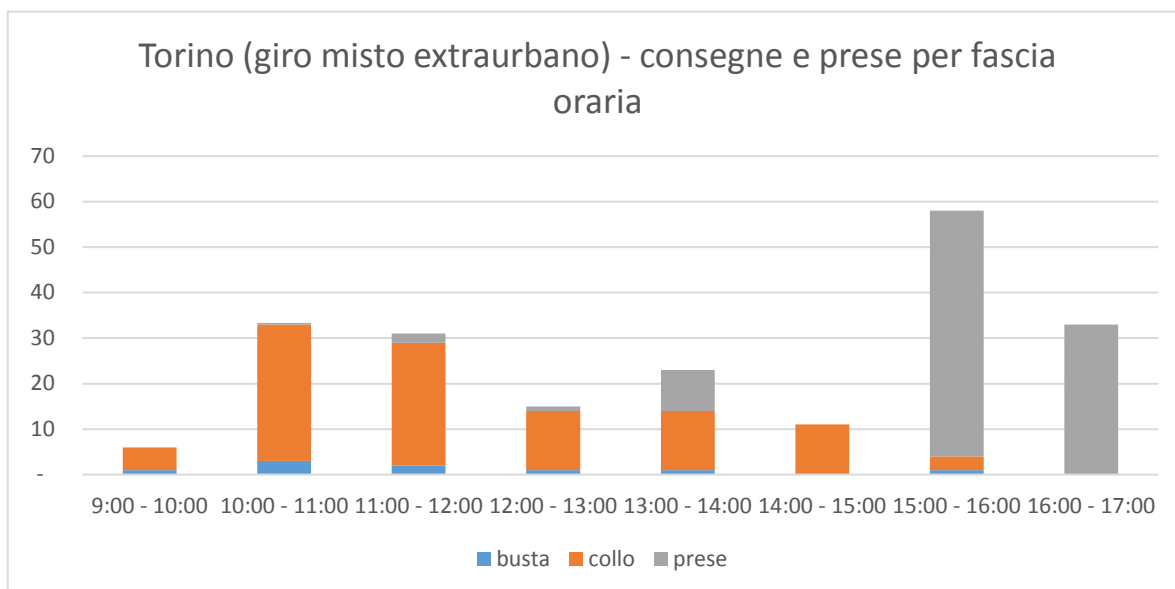
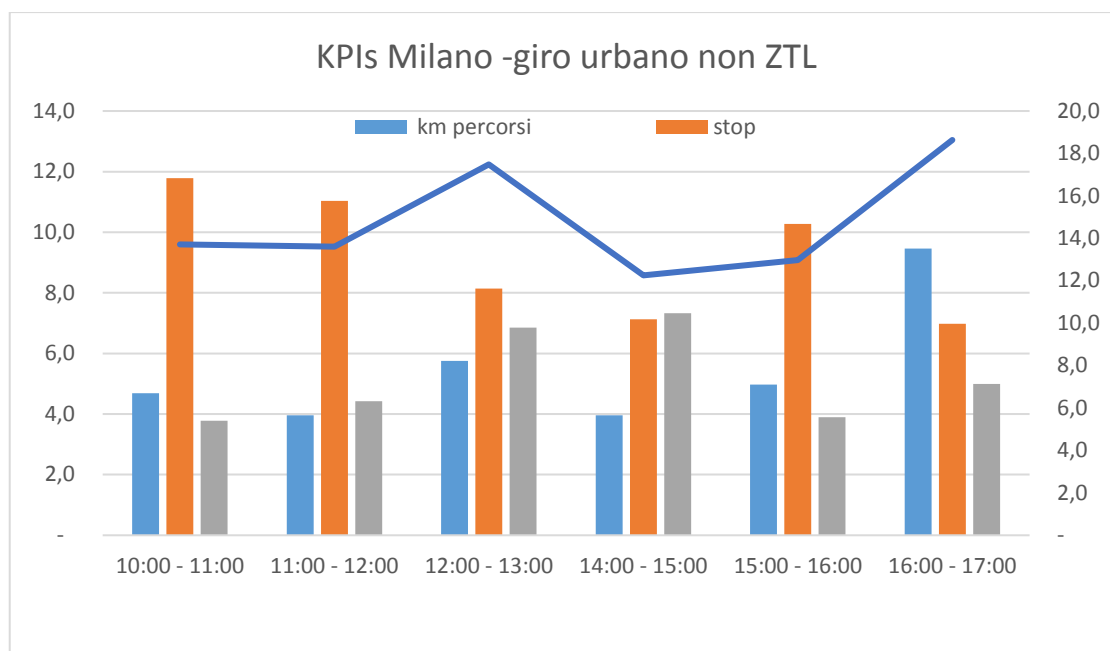
- Nelle fasce orarie 8-10 sono concentrate le fasi di carico dei veicoli e le percorrenze dalla sede centrale alla prima stop.
- Nelle fasce 17-19 è consueto che i furgoni effettuino gli ultimi ritiri. Sono solitamente ritiri massivi poichè la produzione della giornata è stata accumulata e concentrata in un unico momento e quindi possono richiedere molto tempo. Un altro fattore determinante è la percorrenza del tragitto dall'ultimo stop alla filiale, che comporta più tempo su strada rispetto alla media oraria giornaliera (fuori dall'area più densamente popolata di servizi) e meno tempo impiegato ad effettuare servizi.

Sono state escluse le giornate di inizio e fine settimana, dal momento che secondo le indicazioni degli operatori del servizio ottenute durante i focus group condotti, il servizio effettuato nelle giornate di lunedì e venerdì non è rappresentativo.

La tabella sottostante riporta i valori dei parametri di prestazione del servizio calcolati. Il tempo totale per stop/consegna include sia il tempo di percorrenza che il tempo di sosta. Quest'ultimo è poi presentato singolarmente ed evidenziato in blu perché rappresenta l'unico valore ipotizzato e non calcolato empiricamente.



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



**KPIs relativi al servizio di consegna urbano - Milano**

Fonte	zona	a	b	c	d	e	f
		fasce orarie	velocità (km/h)	percordanze in un'ora (km)	stop in un'ora	tempo sosta per stop (min)	percordanze per stop (km)
<b>Dati Urbelog</b>	C. Buenos Aires	10-13 e 14-17	14,8	5,5	9.2	5.2	0,64



#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

	C. Buenos Aires	9-19	15.2	6.5	6.7	7.5	1.5
<b>Dati AS-IS</b>	Area C	9-19	17(ipotesi)	9.6 (reale)	7,9 (reale)	3 (ipotesi)	1,26 (reale)
			22 (ipotesi)	9.6 (reale)	7,9 (reale)	4 (ipotesi)	1,26 (reale)
			32 (ipotesi)	9.6 (reale)	7,9 (reale)	5 (ipotesi)	1,26 (reale)
<b>Dati AMAT</b>	Area C	9-19	14.8-17.5				

I dati di baseline forniti dall'operatore partner di progetto relativi ai giri BAU del 2016 si riferiscono all'intero servizio di consegna nell'arco di una giornata. Non è possibile suddividere i dati per fascia oraria perché i km percorsi sono forniti solo sul totale giornaliero per veicolo. Nel caso del 2016 dell'operatore partner di progetto è stato necessario ipotizzare il tempo medio di sosta per ottenere la velocità media: non è stato possibile distinguere tra il tempo di sosta e quello di percorrenza, è stato invece calcolato il tempo complessivo che intercorre tra una consegna e l'altra (pari a 0.12h o 7.3 minuti per stop). I dati medi riportati per la fascia 9-19 sono al netto della pausa pranzo. I dati sono inoltre registrati a partire dalla prima consegna e dunque tempistiche, percorrenze e velocità medie sono registrate a partire dal primo indirizzo ed escludono l'impatto delle fasi di carico del veicolo ed il percorso per arrivare al magazzino dell'operatore partner (nell'analisi ambientale LCA si considerano invece anche queste fasi).

Ciò che emerge è la differenza tra i KPIs "percorrenze/ora" (c) e "stop/ora" (d). Questa differenza si riflette sulla velocità media dei veicoli: ipotizzando un tempo di sosta pari a quello reale registrato dai veicoli 'urbelog' (5 minuti/stop) ad esempio, si ottiene una velocità media del servizio TNT in Area C pari a 32 km/h, contro una velocità media del veicolo in C. Buenos Aires di 14-15 km/h.

#### KPIs relativi al servizio di consegna urbano e extraurbano - Torino

database	zona	fasce orarie	velocità (km/h)	percorrenze in un'ora (km)	stop effettuate in un'ora	tempo di sosta per stop (min)	percorrenze per stop (km)
<b>Dati Urbelog</b>	Misto extraurbano	10-17	29.6	12.1	8.7	5.3	1.39
<b>Dati AS-IS</b>	Urbana ZTL	9-19	21 (ipotesi)	12,8 (reale)	7,8 (reale)	3 (ipotesi)	1,6 (reale)
			27 (ipotesi)	12,8 (reale)	7,8 (reale)	4 (ipotesi)	1,6 (reale)
			32 (ipotesi)	12,8 (reale)	7,8 (reale)	4.6 (ipotesi)	1,6 (reale)

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

<b>Modello polito D3.1.1</b>	Area urbana qualsiasi	20	4-5
--------------------------------------	--------------------------	----	-----

Nel caso dei dati registrati dalla piattaforma Urbelog nella sperimentazione pilota di Torino, vista la diversità nell'area geografica dove sono stati percorsi i giri dei veicoli equipaggiati di OBU (zona extraurbana) rispetto ai giri utilizzati per ottenere i dati di baseline (zona ZTL), non può essere effettuata una analisi comparativa per quanto riguarda i KPIs.

## 4.4 ANALISI DEI COSTI BUSINESS AS USUAL

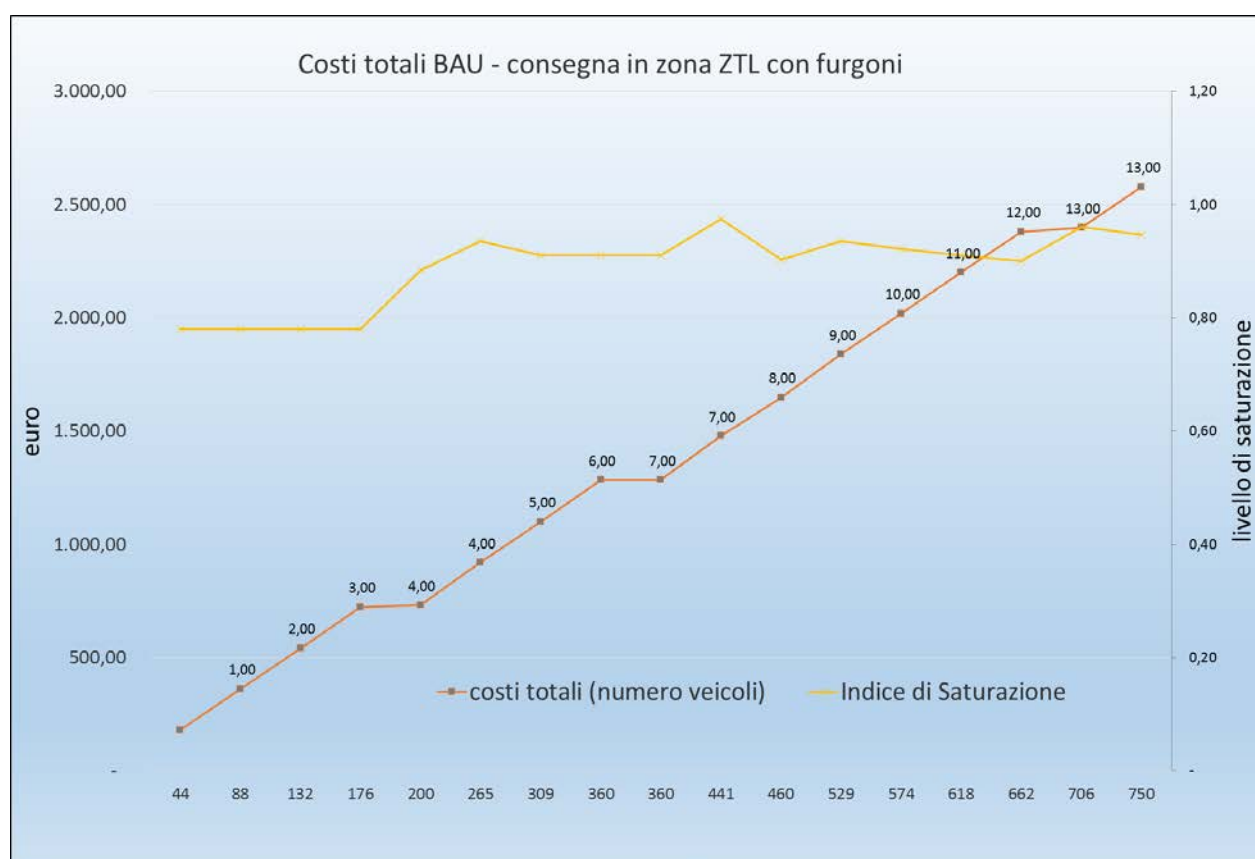
I costi associati al servizio di consegna sono stati stimati attraverso una serie di interviste effettuate con gli operatori partner del progetto URBELOG e sulla base della letteratura. Sono stati presi in considerazione sia i costi relativi al personale che i costi di investimento dei veicoli utilizzati e, infine, il costo operativo dell'impiego dei veicoli su strada.

<b>costi veicolo furgonato</b>			
<b>Costo del personale*</b>		<b>140,84</b>	€/gg
<b>Costi veicoli/gg</b>		<b>22,93</b>	€/gg
	Ammortamento veicolo	14,7	€/gg
	Assicurazione	8	€/gg
	Bollo	0,23	€/gg
	Tagliando Area C	3	
<b>Costo veicolo/km*</b>		<b>0,23</b>	€/Km
	Pneumatici	0,02	€/Km
	Manutenzione	0,04	€/Km
	Consumo medio	8	Km/l
<b>costi cargo bike</b>			
<b>Costo del personale (CCNL VII° livello)</b>		<b>123,88</b>	€/gg
<b>Costi veicoli/gg</b>		<b>2,74</b>	€/gg
	Ammortamento veicolo (2 anni)	2,74	€/gg
<b>Costo veicolo/km</b>		<b>0,01</b>	€/Km
	Pneumatici	0,004	€/Km
	Manutenzione	0,008	€/Km

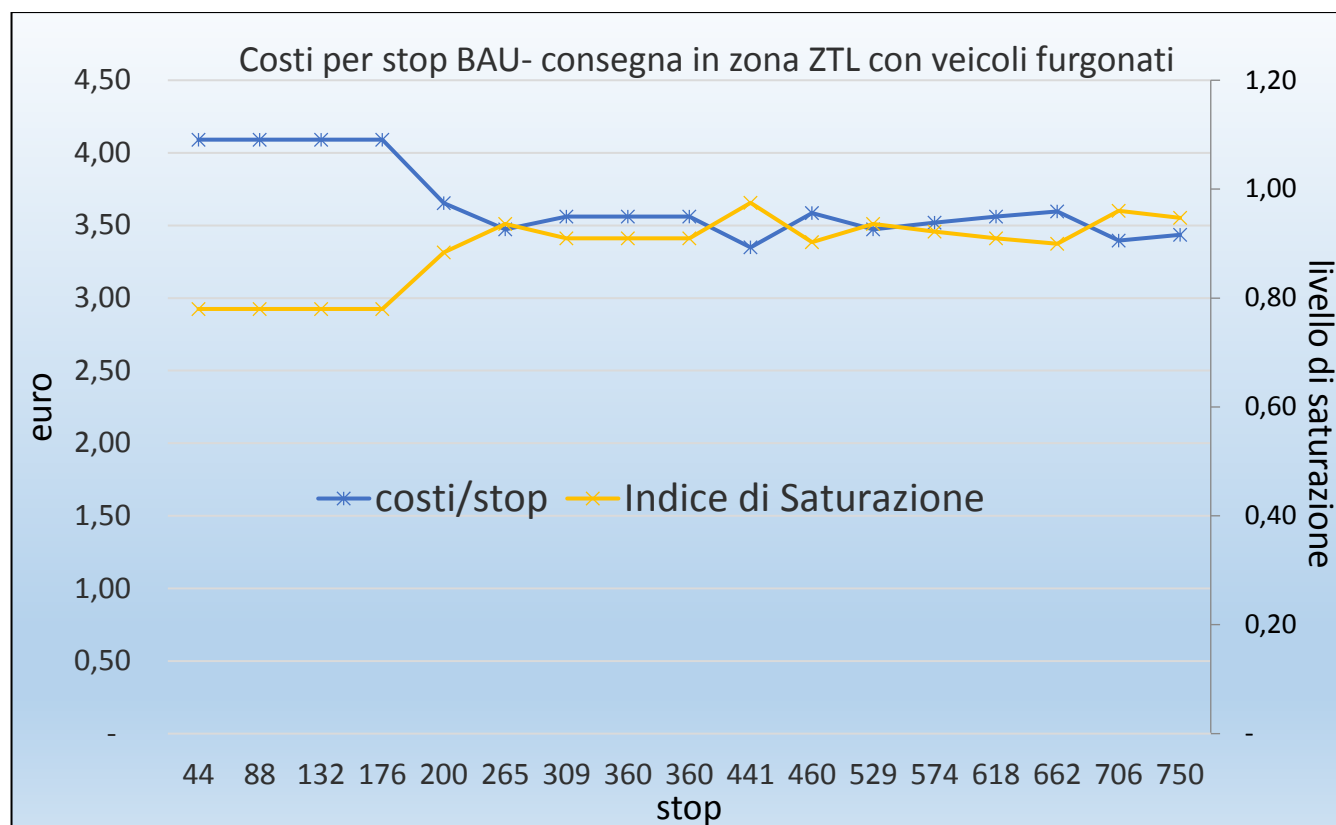
**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

\*In base al CCNL 4° livello super

Sulla base delle informazioni ricavate dalle proiezioni dell'Indice di Saturazione per diversi livelli di attività (espressi in stop totali/giorno), è stato possibile calcolare i costi per stop totali. La figura sottostante riporta i valori risultanti per Milano. Nella giornata di consegna tipo risultante dai dati del Database TNT, l'80% delle consegne è effettuato dai furgoni, mentre il restante 20% dalle bici. Il costo è calcolato esclusivamente per la prima tipologia di veicolo, mentre si rimanda al paragrafo sulla sperimentazione Mobile Depot per un'analisi dei costi derivanti dall'uso delle cargo-bike prima e dopo la sperimentazione.



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



Dalla figura si può notare come a maggiori saturazioni veicolari corrisponde un abbassamento del costo medio per stop. In particolare, per un volume di consegne compreso tra 300 e 750 stop/giorno, per le quali sono necessari dai 4 ai 14 veicoli, a saturazioni veicolari in un range tra il 88%-99%) corrisponda un costo medio per stop in un range tra i 3.35 e i 3.6 euro/stop.

## 4.5 ANALISI DEI COSTI DELLE SPERIMENTAZIONI

I costi che ruotano intorno alle sperimentazioni URBeLOG possono essere suddivisi tra costi di investimento e costi operativi. I costi di investimento e i costi operativi dipendono dalle soluzioni di progetto, ma sono in generale relativi a quattro aspetti:

- costi relativi alla piattaforma Urbelog
- costi relativi ai software di middleware
- costi relativi all'infrastruttura veicolare
- costi relativi all'infrastruttura road side



#### **D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

I costi relativi alla sperimentazione del Mobile Depot sono invece svincolati dalla progettazione e gestione dell'insieme di software e hardware URBELOG impiegati nelle restanti sperimentazioni, e si compongono di costi di investimento e operativi specifici identificati nel dettaglio nei successivi paragrafi.

### **4.5.1 COSTI DI INVESTIMENTO**

I costi di investimento totali annui sono stati pertanto calcolati per ciascuna delle voci identificate, ed in particolare:

- Il 'canone' annuale attribuibile all'uso della piattaforma:
  - Quota relativa all'acquisizione dell'apparato software, a copertura dei costi di progettazione della piattaforma.
  - Quota relativa all'acquisizione dell'apparato hardware.
- Spese legate all'aggiornamento di software preesistenti per il funzionamento delle funzioni di middleware.
- Spese di investimento relative alla progettazione dell'infrastruttura road side e/ veicolare necessaria.

#### **Costi di investimento relativi alla progettazione e configurazione della piattaforma**

La piattaforma URBeLOG può essere considerata sia come piattaforma di city logistics che come piattaforma di infomobility. Dal momento che ciascuna caratterizzazione presenta una gamma di servizi rappresentati da un insieme di funzionalità differenti, i costi identificati nelle sperimentazioni possono essere riferiti allo specifico caso di progettazione e gestione della piattaforma per finalità di city logistics.

I costi di investimento si riferiscono ai costi realmente sostenuti dal partner di progetto nella sperimentazione URBELOG, ossia per lo sviluppo della piattaforma in versione 'prototipale' e 'in-house'.

Più nel dettaglio, la stima dei costi di sviluppo prototipale comprendono i seguenti aspetti:

- piattaforma e parti applicative
- portale
- app di servizio
- altre componenti accessorie



#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

L'insieme di tali costi è equiparato alla spesa di cui la Pubblica Amministrazione locale si dovrebbe fare carico per l'acquisto della piattaforma attraverso canali commerciali. Va tuttavia specificato come il reale costo della piattaforma acquistata da sviluppatori software professionali potrebbe differire dal costo del prototipo 'urbelog' sia per via di evidenti economie di scala in capo ad una società di vendita specializzata sia per via delle specifiche contrattuali tra la PA e la società in questione, che possono variare di caso in caso e non sono ipotizzabili a priori.

Oltre ai costi di sviluppo devono essere presi in considerazione di costi delle parti hardware necessarie per il funzionamento della piattaforma. Tali costi sono stati calcolati prendendo in considerazione le apparecchiature che il partner di progetto TIM ha utilizzato nella gestione della piattaforma e riconducendo tali unità hardware a dei costi unitari stimati sulla base delle proposte commerciali attualmente disponibili nei canali di vendita on-line delle principali compagnie del settore (in particolare è stata effettuata una ricognizione delle offerte proposte dalla Microsoft), per il seguente insieme di apparecchiature: 2 macchine virtuali, 4 dischi, 4 CPU virtuali senza licenza. Il costo di tali apparecchiature potrebbe rientrare nel canone di affitto dell'insieme software e hardware acquistato dalla PA o dall'azienda dei trasporti pubblici municipalizzata.

#### Costi di investimento relativi ai software di middleware

Ai costi questi relativi alla progettazione e configurazione della piattaforma sono associati i costi relativi ai software di middleware, necessari per:

- la comunicazione a lungo raggio su rete mobile, per lo scambio dei dati di viaggio tra piattaforma e OBU
- la comunicazione a corto raggio tra l'infrastruttura ICT road side e OBU, attraverso specifici protocolli, per la gestione delle autorizzazioni alla sosta sugli stalli

Un elemento di incertezza identificato rispetto ai costi di middleware è legato alla possibilità di utilizzare tali software attraverso due modalità differenti:

- acquisto ex novo di un pacchetto software
- aggiornamento di un pacchetto software preesistente

Nel caso reale della sperimentazione è stato effettuato un riassetto dei software in possesso del Partner di progetto, al fine di renderli compatibili allo svolgimento delle operazioni di middleware relative alla piattaforma URBeLOG. I costi di middleware stimati pertanto vanno riferiti a questa specifica opzione, e non all'acquisto tramite una società di vendita specializzata. Questo aspetto non costituisce un limite all'applicabilità dell'analisi costi-benefici perché, a seguito dei colloqui effettuati con i partner di progetto, è emerso come questa possa essere l'opzione più probabile qualora la PA facesse ricadere la gestione dei software di middleware in capo all'azienda

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

municipalizzata del trasporto pubblico locale, che generalmente dispone di attrezzature e software necessari per poter effettuare il riassetto di software preesistenti.

#### **Costi di investimento relativi alla progettazione dell'infrastruttura veicolare**

L'infrastruttura veicolare predisposta e utilizzata nelle sperimentazioni è costituita dagli apparati hardware a bordo veicolo (OBU plus) predisposti all'interno del progetto e sviluppata da SSSA. Complementarmente a tali apparecchiature sono state utilizzate OBU legacy fornite da Italdata (OBU base) capaci di interagire con la piattaforma, in modo da poter valutare l'efficacia di un interfacciamento della piattaforma con sistemi preesistenti.

Sono stati presi in considerazione i costi di acquisto dei componenti, di progettazione e di realizzazione degli strumenti di bordo, sia OBU plus che OBU legacy. A tal merito sono state considerate le seguenti voci di costo:

- Costo di acquisto delle parti hardware
- Costo di configurazione, preparazione e collaudo dei dispositivi
- Costo di installazione
- Costi di traffico relativi all'uso delle SIM
- Costo di manutenzione
- Costo di disinstallazione

#### **Costi di investimento relativi alla progettazione dell'infrastruttura road side**

L'infrastruttura ICT road side predisposta e utilizzata nelle sperimentazioni è costituita da:

- *smart camera*, sensori intelligenti costituiti da una telecamera ed un modulo di elaborazione delle immagini, in grado di rilevare lo stato delle piazzole di sosta
- *Road Side Unit (RSU)* progettate per interagire tramite specifici protocolli per la comunicazione a corto raggio con la sensoristica (*smart camera*) e con le unità a bordo veicolo per valutare le autorizzazioni alla sosta sugli stalli.

Per quanto riguarda le RSU, sono stati presi in considerazione i costi di acquisto dei componenti, di progettazione e di realizzazione, come anche i costi delle operazioni di installazione. Questi ultimi sono stati stimati tenendo in considerazione le differenze riscontrate nelle due città. Per quanto riguarda la sperimentazione a Torino, sono state installate, in due diversi siti:

- una *smart camera*: telecamera + modulo di elaborazione
- una RSU (denominate rispettivamente TORSU1 e TORSU2)

L'installazione è avvenuta usufruendo della infrastruttura preesistente di proprietà del Comune / 5T (pali e armadio per alimentazione), effettuando gli scavi per l'inserimento dei cavi di alimentazione nei cavidotti già presenti e inserendo degli interruttori dedicati negli armadi.

#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Per quanto riguarda la sperimentazione a Milano, sono state installate, in un unico sito:

- 2 smart camera: telecamera + modulo di elaborazione
- una RSU (MIRSU2)

L'installazione è avvenuta ad opera del personale tecnico di A2A S.p.A in accordo con il Comune di Milano e Amat. Le 2 smart camera Urbelog sono in grado di monitorare due differenti stalli di carico-scarico presenti in Corso Buenos Aires, ognuno composto da due differenti stalli (4 in totale).

Le modalità di installazione del caso d'uso di Milano, in cui sono stati coinvolti operatori tecnici dell'azienda municipalizzata locale e in cui non sono state necessarie operazioni di scavo del mano stradale, è considerata il caso preferibile in linea teorica e l'opzione inclusa nelle voci di costo della CBA, dal momento che i costi sono risultati pari a circa il 25% di quelli sostenuti a Torino.

## 4.5.2 COSTI OPERATIVI E DI MANUTENZIONE

I costi operativi si possono suddividere in:

- Costi di operazione e manutenzione della piattaforma URBELOG e dei sistemi di middleware
- Costi di gestione e manutenzione degli apparati di campo (veicolari e road side)

I costi operativi e di manutenzione sono stati stimati sulla base delle indicazioni fornite dai partner di progetto e sono pari al 10% dei costi di investimento.

Un aspetto dei costi associabile al funzionamento operativo della piattaforma concerne l'**acquisizione dei dati** da parte degli utilizzatori delle OBU, o telematic service providers, che devono essere aggregati ed elaborati dalla piattaforma URBELOG. La modalità di acquisizione dei dati provenienti dalle OBU legacy in particolare dipenderà dalla specifica caratterizzazione contrattuale tra la PA e i telematic service providers. Questa potrebbe essere basta su uno scambio a titolo gratuito, su una concessione di premialità da parte della PA (ad esempio sulla base della concessione di fasce di accesso temporali alle zone ZTL preferenziali per gli operatori che installano le OBU a bordo) o sulla base di corresponsioni monetarie.

Per un approfondimento di questi aspetti si rimanda al documento di valutazione delle policy.

## 4.6 IPOTESI SULL'ACCESSIBILITÀ AL SERVIZIO E RIPARTIZIONE DEI COSTI TRA P.A. E OPERATORI



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

È stato ipotizzato come i costi che ricadono in capo alla PA e/o all'azienda municipalizzata comprendano le seguenti voci:

- i costi di investimento ed i costi operativi legati alla piattaforma
- i costi di investimento ed operativi legati alla infrastruttura stradale
- i costi di acquisizione dei dati (eventuali)

I costi effettivamente in capo agli operatori privati dipenderanno dalle modalità e dalla volontà di recupero dei costi sostenuti dalla PA. In particolare si ipotizzano le seguenti opzioni:

- pagamento di una tariffa pay-per-use periodica, associata all'effettivo utilizzo del bene o servizio in base ai servizi che gli operatori scelgono di usare, eventualmente associata ad una fee di ingresso
- licenza intesa come una tantum o periodica
- partecipazione gratuita a fronte della ripartizione in capo all'operatore privato dell'acquisto ed installazione delle OBU e/o dell'accesso ai dati

Indipendentemente dall'eventuale pagamento di una fee, nel caso in cui l'operatore utilizzi una OBU legacy è ipotizzato che i costi di investimento e i costi operativi legati alle OBU stesse ricadano in capo agli operatori logistici privati. Nel caso in cui l'operatore privato utilizzi una OBU 'plus' i costi di investimento e operativi legati all'apparecchiatura sono invece fatti rientrare nella fee pagata per l'accesso al servizio.

<b>costi in capo alla PA</b>	Investimento iniziale	O&M/anno
sviluppo piattaforma	650.000 €	52.000 €
customizzazione middleware	100.000 €	5.000 €
hardware (3k mese per hard e 1k software aggiuntivi)	48.000 €	48.000 €
<b>Totale</b>	<b>798.000 €</b>	<b>105.000 €</b>
<b>costi in capo all'operatore</b>		
OBU plus	2000	200
OBU legacy	800-1000	80-100

## 5 CBA DELLE SOLUZIONI DI PROGETTO URBELOG

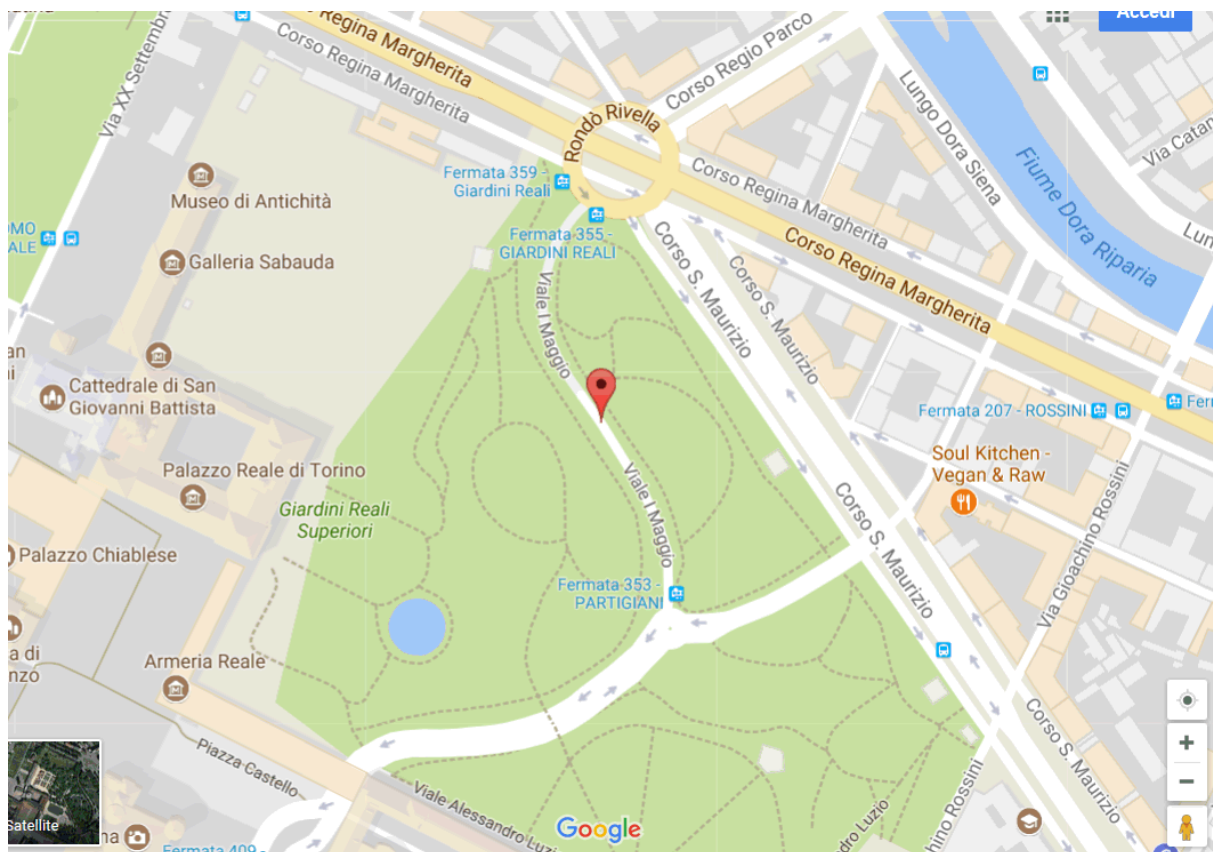
## D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

### 5.1 MOBILE DEPOT

#### 5.1.1 DESCRIZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

Il Mobile Depot, consistente nell'elaborazione ingegneristica di un rimorchio di camion, funge da avamposto per le bikes dedicate alle consegne e alle prese. Il rimorchio, una volta parcheggiato, si trasforma con appendici mobili automatizzate in una centrale operativa, lunga 14 metri e larga 6,5, dotata di reception, uffici, magazzino e gabbia di sicurezza.

L'impiego del Mobile Depot ha permesso di eliminare il passaggio delle bici al magazzino di PonyZero, in via Perugia, punto da cui escono le bikes nel servizio business as usual, e quindi di ampliare la finestra operativa delle bikes per espletare i servizi. Il Mobile Depot ha inoltre agli operatori di caricare i contenitori più volte e di svuotarli nel caso di prese ingombranti.

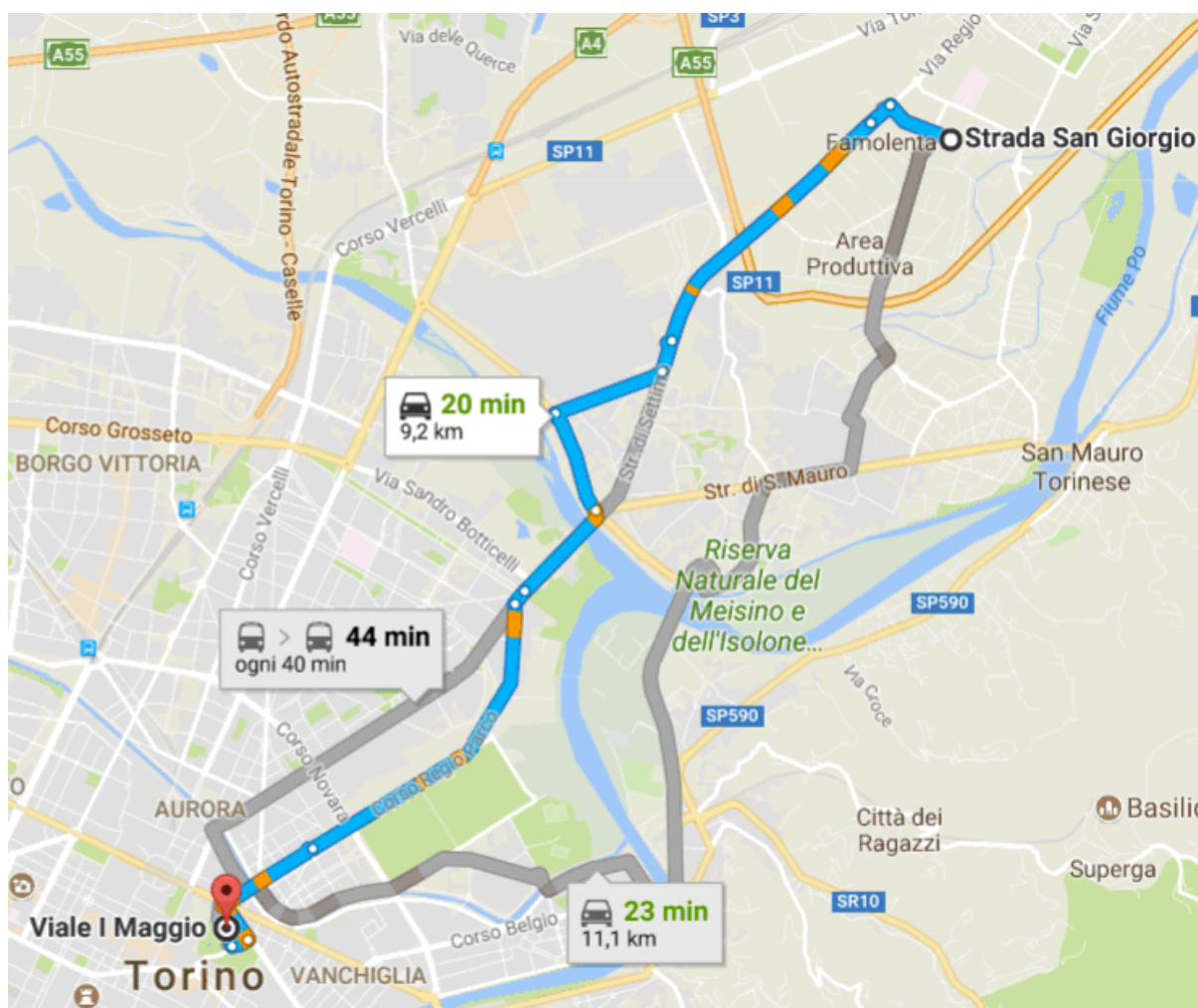


Il periodo di osservazione dei percorsi effettuati va da metà maggio a fine giugno 2016. La lunghezza del percorso che il semirimorchio che trasporta il Mobile Depot deve compiere dalla sede

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

dell'operatore al luogo di posteggio è pari alla distanza tra sede TNT (Settimo Torinese) la zona di posteggio (Viale I Maggio), stimata pari a 9.3 km. La distanza percorsa dai furgoni prima di ogni consegna invece corrisponde alla distanza tra la sede TNT e il magazzino del fornitore (Via Perugia), stimata pari a 7.7 km.

Processo Operativo effettivo: alle 9:15 il MD esce dalla filiale, trainato da una motrice e diretto in viale I Maggio dove arriva verso le 10:00. Le 5 cargo-bike caricano buste e colli a loro destinate e partono per le consegne in ZTL verso le 10:30. Alle 14:00 le bike rientrano al MD con i pacchi ritirati e dopo il cambio turno, escono nuovamente con altri biker per completare i servizi della giornata. Alle 17:00 tutte le merci ritirate devono essere al MD. Alle 17:30 il MD rientra in filiale trainato dalla motrice.

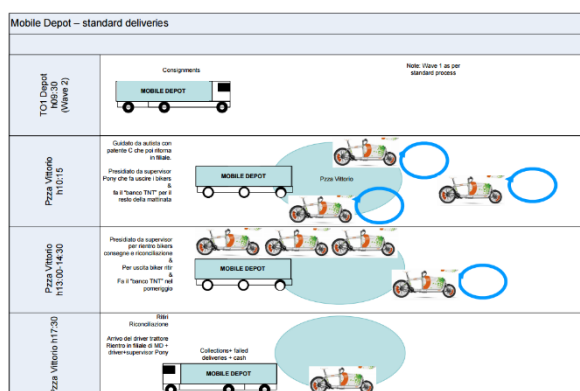


## 5.1.2 RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Il processo operativo effettivo è stato quindi modellizzato attraverso le seguenti ipotesi:

- Il Mobile Depot viene portato nel luogo designato ogni mattina e riportato alla sede TNT ogni sera. Il semirimorchio necessario per il trasporto del MD viene quindi utilizzato quattro volte in una giornata (andata e rientro al mattino e andata e rientro della sera del guidatore con patente C).
- Per l'intera durata del servizio il MD è presidiato da un operatore che assiste i bikers e attende nel bancone del MD.
- Le bici vengono lasciate nel deposito del fornitore durante la notte (max 10 bici).
- Le bici verranno caricate direttamente dal MD in centro anziché nel magazzino del fornitore a cui si appoggia società di logistica nello scenario base.
- I ritiri, le merci non consegnate e il contante sono riportati alla sede della società dal MD stesso.



Al fine di comparare l'impatto economico dell'adozione di un Mobile Depot attraverso scelte organizzative differenti, è stato inoltre definito uno scenario alternativo caratterizzato dalle modalità di gestione del servizio accoppiato cargo bike - Mobile Depot applicato dall'operatore logistico Partner in una sperimentazione indipendente dal progetto URBeLOG avviata nel 2013 in Belgio ([TNT, 2013](#))

Scenario alternativo:

- Il Mobile Depot viene portato nel luogo designato ogni lunedì mattina e lasciato sostare nella piazzola destinata per l'intera settimana lavorativa, fino al venerdì sera.
- Per l'intera durata del servizio, dalle 9.30 alle 17.30, il MD è presidiato da un operatore che assiste i bikers e attende nel 'banco' del MD.
- Le bici vengono lasciate nel Mobile Depot durante la notte (max 10 bici).
- Ogni giorno un furgone porta le consegne della giornata e recupera i ritiri, le merci non consegnate e il contante, portandoli nella sede dell'operatore.

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

- Le bici verranno caricate direttamente dal MD in centro anziché nel magazzino del fornitore a cui si appoggia società di logistica nello scenario base.

### 5.1.3 ANALISI DEI KPIs E DELLE PRESTAZIONI

Il servizio di consegna effettuato con il Mobile Depot è finalizzato all'ottimizzazione delle percorrenze e dei tempi di consegna effettuati dai veicoli cargo-bike sia rispetto all'utilizzo di veicoli furgonati, sia rispetto al caso in cui le cargo bike vengano impiegate senza il Mobile Depot. In particolare, attraverso la comparazione dei Key Performance Indicators (KPIs), è stato possibile valutare i vantaggi derivanti dall'ottimizzazione del servizio di consegna con cargo-bikes rispetto all'efficienza normalmente riscontrata nelle operazioni condotte da tali mezzi nel caso di baseline.

<b>Indicatore:</b>	<i>Incremento percentuale colli consegnati</i>
	<p><i>Variazione percentuale del numero di colli consegnati giornalmente (con tutte le biciclette) in presenza di depot rispetto alla situazione senza depot:</i></p> $\left[ \frac{(Colli\_tot)_{S\_URBeLOG} - (Colli\_tot)_{S\_Baseline}}{(Colli\_tot)_{S\_Baseline}} \right]_{Giorno}$ <p><i>Dove:</i></p> <p><math>(Colli\_tot)_{S\_URBeLOG} = n^{\circ}</math> di colli consegnati nel giorno nello scenario URBeLOG</p> <p><math>(Colli\_tot)_{S\_Baseline} = n^{\circ}</math> medio di colli consegnati al giorno nello scenario precedente</p> <p><i>In mancanza di dati storici l'indicatore può essere semplificato nel numero di colli consegnati giornalmente con il depot:</i></p> <p><math>(Colli\_tot)_{S\_URBeLOG} = n^{\circ}</math> di colli consegnati nel giorno nello scenario URBeLOG</p>
<b>Descrizione</b>	$(Colli\_tot)_{S\_URBeLOG} = n^{\circ}$ di colli consegnati nel giorno nello scenario URBeLOG
<b>Metodologia di misura proposta/Prodotto/sistema generatore del KPI</b>	<i>Da contabilità TNT</i>
<b>Commenti:</b>	<i>L'indicatore è stato calcolato a fine periodo sperimentazione come dato medio.</i>

<b>Indicatore:</b>	<i>Bikes</i>
<b>Descrizione</b>	Variazione percentuale giornaliera del numero di biciclette utilizzate per la consegna in presenza di depot

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

	$\left[ \frac{(\text{Bikes})_{S\_URBeLOG} - (\text{Bikes})_{S\_Baseline}}{(\text{Bikes})_{S\_Baseline}} \right]_{\text{Giorno}}$	
	<p>Dove:</p> <p><math>(\text{Bikes})_{S\_URBeLOG}</math> = n° di biciclette al giorno impiegate nella consegna delle merci nello scenario URBeLOG con depot</p> <p><math>(\text{Bikes})_{S\_Baseline}</math> = n° medio delle biciclette al giorno impiegate nella consegna delle merci nello scenario precedente senza depot</p>	
<b>Unità di misura:</b>	%	
<b>Metodologia di misura proposta/Prodotto/sistema generatore del KPI</b>	Da contabilità TNT	
<b>Commenti:</b>	<i>L'indicatore è stato calcolato a fine periodo sperimentazione come dato medio.</i>	

<b>Indicatore:</b>	<i>Indice di prestazione</i>	
<b>Descrizione</b>	<p>Per ogni giorno di sperimentazione, numero medio di operazioni (ritiri e consegne) effettuate all'ora</p> $\text{Indice\_prestazione} = \frac{\sum_{i=1}^{\text{bici}} (n_{\text{operazioni\_bici\_i}})}{n^{\circ}\text{ore}}$ <p>Dove:</p> <p><math>n_{\text{operazioni\_bici\_i}}</math> = somma delle consegne e dei ritiri effettuati al giorno dalla bicicletta "i - esima"</p> <p><math>n^{\circ}\text{ore}</math> = totale delle ore giornaliere dedicate alle operazioni di consegna e ritiro da tutte le biciclette coinvolte</p>	
<b>Unità di misura:</b>		
<b>Metodologia di misura proposta/Prodotto/sistema generatore del KPI</b>	Da contabilità TNT	
<b>Commenti:</b>	<i>L'indicatore è stato calcolato a fine periodo sperimentazione come dato medio.</i>	

<b>Indicatore:</b>	<i>Riduzione percentuale dei tempi di consegna</i>
--------------------	--

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

<b>Descrizione</b>	<p>Variazione percentuale del tempo medio giornaliero di consegna in bicicletta:</p> $\frac{T_{medio\_cons\_DEPOT} - T_{medio\_cons\_SENZA\_DEPOT}}{T_{medio\_cons\_SENZA\_DEPOT}}$ <p>Dove:</p> <p><math>T_{medio\_cons\_DEPOT}</math> = tempo totale medio giornaliero per evadere le consegne con le biciclette in presenza di depot</p> <p><math>T_{medio\_cons\_SENZA\_DEPOT}</math> = tempo totale medio giornaliero per evadere le consegne con le biciclette nello scenario senza depot</p>	
<b>Unità di misura:</b>	%	
<b>Metodologia di misura proposta/Prodotto/sistema generatore del KPI</b>	Da contabilità TNT	
<b>Commenti:</b>	<i>L'indicatore è stato calcolato a fine periodo sperimentazione come dato medio. Si è scelto di calcolare il dato medio relativo ad una singola fermata della bici.</i>	

<b>Indicatore:</b>	<i>Riduzione percentuale delle distanze di consegna</i>	
<b>Descrizione</b>	<p>Variazione percentuale delle percorrenze giornaliere di consegna in bicicletta per raggiungere in media l'indirizzo di consegna:</p> $\frac{D_{medio\_cons\_DEPOT} - D_{medio\_cons\_SENZA\_DEPOT}}{D_{medio\_cons\_SENZA\_DEPOT}}$ <p>Dove:</p> <p><math>D_{medio\_cons\_DEPOT}</math> = <i>dis tan zatotale</i> media per raggiungere un indirizzo di consegna con le biciclette in presenza di depot</p> <p><math>D_{medio\_cons\_SENZA\_DEPOT}</math> = <i>dis tan zatotale</i> media per raggiungere un indirizzo di consegna con le biciclette in assenza di depot</p>	
<b>Unità di misura:</b>	%	
<b>Metodologia di misura proposta/Prodotto/sistema generatore del KPI</b>	Da contabilità TNT	
<b>Commenti:</b>	<i>L'indicatore è stato calcolato a fine periodo sperimentazione come dato medio. Si è scelto di calcolare il dato medio relativo ad una singola fermata della bici.</i>	

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

**Analisi riassuntiva delle prestazioni – KPIs input del modello**

<i>KPI</i>	<i>BAU</i>	<i>Mobile Depot</i>	<i>var %</i>
<b>Numero di colli consegnati giornalmente</b>	<b>169</b>	<b>186</b>	<b>+10%</b>
<b>Numero di biciclette utilizzate</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>
<b>Numero medio di operazioni (ritiri e consegne) effettuate all'ora</b>	<b>9.8</b>	<b>14.3</b>	<b>+46%</b>
<b>Percorrenza media di consegna</b>	<b>1,09 km</b>	<b>1,00 km</b>	<b>-8%</b>
<b>Tempo medio di consegna</b>	<b>4.8</b>	<b>4.19</b>	<b>-13%</b>

Il tempo medio di consegna diminuisce sia perché diminuisce il tempo impiegato dalle bike per la fase di preparazione prima delle consegne sia per la riduzione delle distanze medie per fermata dovute alla migliore ripartizione geografica permessa dall'aver a disposizione il Mobile Depot in una zona centrale.

Dall'analisi dei KPIs emerge come il numero medio di operazioni (ritiri e consegne) effettuate all'ora sia incrementato notevolmente nelle giornate della sperimentazione, in media del 46%, permettendo ai bikers di consegnare un maggior numero di colli e buste (+10%) in un tempo ridotto (-13%).

Tali dati sostengono l'ipotesi per cui il servizio di consegna effettuato con il Mobile Depot comporti l'ottimizzazione delle percorrenze e dei tempi di consegna effettuati dai veicoli cargo-bike rispetto al caso in cui le cargo bike vengano impiegate con l'ausilio del magazzino di un operatore di supporto (nel caso in esame del magazzino di Ponyzero).

## **5.1.4 APPLICAZIONE DEL MODELLO PRESTAZIONALE**

La performance operativa per diversi livelli di consegna è stata valutata sulla base della formulazione dell'Indice di Saturazione introdotto nel paragrafo X:

$$IS = [ (Ts * (Ns/Nv)) / T ]$$

Dove:

Ts= tempo totale (percorrenza tragitto e consegna) medio per stop

Ns= numero totale fermate in una giornata

Nv= numero di veicoli

T= turno di lavoro giornaliero massimo



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

L'evoluzione dell'indice di saturazione è calcolato per quattro diversi scenari di performance:

- Caso in cui non vi sia un sostanziale miglioramento delle performance operative (SMD1).
- Caso in cui vi sia un miglioramento delle performance operative inferiore ai risultati della sperimentazione (SMD2).
- Caso in cui vi sia un miglioramento delle performance operative pari ai risultati ottenuti nella sperimentazione (SMD3).
- Caso in cui vi sia un miglioramento delle performance operative superiore ai risultati ottenuti nella sperimentazione (SMD4). Questo scenario potrebbe corrispondere al caso in cui più Mobile Depot venissero impiegati nella medesima area ZTL, operazione finalizzata ad ottenere una più efficiente ripartizione del routing delle cargo-bike che potrebbe comportare maggiore miglioramento dei KPIs identificati.

L'analisi dei dati reali del servizio di consegna delle cargo-bike nei diversi scenari permette di ipotizzare un range di efficientamento del servizio, misurato facendo variare il dato di input "Ts= tempo totale", a sua volta legato ai seguenti KPIs:

- Percorrenza media di consegna
- Tempo medio di consegna

A parità del KPI "Numero di colli consegnati giornalmente", sono stati così calcolati i valori del "tempo totale (percorrenza tragitto e consegna) medio per stop" e del "numero totale fermate in una giornata".

Per poter permettere una comparazione dei costi totali a parità di volumi di domanda soddisfatti è stato quindi ipotizzato che il numero di colli consegnati giornalmente rimanga costante.

Per facilitare l'analisi effettuata attraverso l'indice di saturazione inoltre i KPIs "numero medio di operazioni (ritiri e consegne)", "percorrenza media" e "tempo medio di consegna" sono stati rapportati al numero di fermate effettuate.

INPUT					
	Bici BAU	SMD1	SMD2	SMD3 (sperimentazione)	SMD4
<b>Percorrenza media per fermata</b>	1,16	1,06	0,97	0,89	0.84
<b>Tempo medio per fermata</b>	0,11	0,10	0,09	0,09	0.085
<b>Tempo di viaggio</b>	0,069	0,063	0,058	0,053	0.049
<b>Tempo di sosta</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0.04
OUTPUT					
<b>Diminuzione del turno a parità di consegne totali effettuate</b>	4.8	4.8	4.68	4.19	4.05

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

L'indice di saturazione (IS) è calcolato tenendo costante il turno di lavoro giornaliero medio. Il turno giornaliero reale invece varia per ciascuno scenario: questo permette ottenere per diversi livelli di consegna una saturazione sempre ottimale e allo stesso tempo di tenere in considerazione i vantaggi derivanti dalla maggiore efficienza del servizio: a parità di consegne, scenari sempre più efficienti comportano una riduzione del numero di veicoli e allo stesso tempo una riduzione del numero di ore di lavoro effettivo. Una volta che il livello dell'IS scende oltre una determinata soglia, il modello assegna automaticamente alla giornata un numero di operatori minore di una unità, mentre non può mai superare il 100%, ossia il valore unitario del rapporto tra la durata massima dei turni e la durata media.

Il volume di attività a cui si sceglie di paragonare le diverse alternative è particolarmente importante perché la consegna attraverso i furgoni e le cargo-bike non provviste di Mobile Depot a volumi ridotti permette una più efficiente suddivisione dei costi fissi rispetto al caso in cui venga impiegato il Mobile Depot. Il MD raggiunge una saturazione ottimale solo per 400-480 colli/giorno.

Pur non potendo calcolare il peso medio dei colli consegnati durante la sperimentazione, per via della mancanza di dati di dettaglio rispetto a questa dimensione, dai dati di baseline si desume come il peso medio per collo consegnato sia all'incirca pari a 1 – 1.5 kg. È stato ipotizzato, coerentemente alle indicazioni fornite dagli operatori partner di progetto, come il peso massimo per i colli consegnabili dalle cargo-bike sia pari a 5kg. Nel caso della zona ZTL di Torino il numero di colli, buste e prese dal peso inferiore a 5kg consegnati dalle bike si attestano mediamente attorno alle 245 unità/giorno prima dell'inizio della sperimentazione e a circa 265 durante la sperimentazione, complessivamente (consegne delle bici sommate a quelle dei veicoli furgonati). Sono stati inoltre presi in considerazione i vincoli di peso delle cargo bike: nonostante la capacità massima teorica sia pari a 100-150 kg per bike, è stato scelto di utilizzare il dato medio reale ottenuto dai dati delle giornate di servizio BAU e di sperimentazione, nelle quali si registra peso totale medio dei colli trasportati in una giornata pari a 60-80kg per bike.

È stato pertanto scelto di comparare i diversi scenari rispettivamente nel caso in cui il volume di attività vada dalle 260 alle 460 fermate al giorno.

## 5.1.5 APPLICAZIONE DEL MODELLO DI COSTO

La funzione di costo applicata nella valutazione è la seguente:

$$\{ [ (CfMD + CfF) + (CvS * kmS) ] + (Pms * Ns * CvB) + (CfB * nB) \} / Nst$$

Dove:

CfMD = costi fissi MD

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

CfF = Costo furgone (per giro latte)

CvS = Costi variabili semirimorchio

kmS = Km percorsi dal semirimorchio

Pms = percorrenza media / stop

Ns = numero di stop / gg / veicolo

Nst = numero di stop totali

Nb = numero bike

CfB = costi fissi bike

CvB = Costi variabili bike

<b>Costi associati al servizio di consegna con Mobile Depot e cargo-bikes</b>			
<b>Costo Mobile Depot</b>			
<b>Costo del personale</b>	<b>Scenario sperimentazione</b>	Scenario alternativo	
Costo personale presidio/gg	140,84	140,84	€/gg
Costo autista semirimorchio*	31,30	6,26	€/gg
<b>Costi veicoli/gg</b>			
Ammortamento veicolo (8 anni)**	68,49	68,49	€/gg
Assicurazione	8,00	10,00	€/gg
Permesso per occupazione temporanea	0,00	0,35	€/gg
Accesso ZTL <sup>1</sup>	298	298	€/gg
Bollo	0,23	0,23	€/gg
Costo furgone giro latte	56,37	0,00	€/gg
		0,46	
<b>Costo veicolo/km</b>			
Costo semirimorchio/KM***	0,46	0,46	€/Km
Costo totale fisso	<b>546</b>	<b>524</b>	€/gg
Costo variabile (semirimorchio e furgone)	<b>73</b>	<b>3,4</b>	€/gg
<b>Costo cargo-bike</b>			

<sup>1</sup> La tariffa base per l'applicazione del canone di occupazione spazi ed aree pubbliche a carattere temporaneo è di Euro 0,328 per ogni metro quadrato o lineare, al giorno. Vengono applicati coefficienti diversi a seconda della tipologia dell'occupazione: "Operatori del commercio fuori delle aree mercatali": coefficiente moltiplicatore 10; Lunghezza= 14 m, Larghezza= 6.5 m, per cui metri quadrati: 91 per un costo/giorno: 298 euro

#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

costo del personale		
Costo autista	78,89	€/gg
<b>Costi veicoli/gg</b>		
Ammortamento veicolo	2,74	€/gg
Assicurazione	0	€/gg
Bollo	0	€/gg
<b>Costo veicolo/km</b>		
Pneumatici	0,004	€/km

\* Costo mezza giornata (turno di 3 ore) \*\* Ipotizzando un costo per l'acquisto di 200.000 euro. \*\*\* Ipotizzando un costo del gasolio pari a 1.31 €/l

Sulla base della funzione di costo sopra descritta è stato calcolato il costo medio per fermata relativo ai quattro scenari identificati nel paragrafo precedente, distinguendo tra le due modalità di gestione operativa del Mobile Depot ("TO" scenario di sperimentazione e "ALT" scenario alternativo). La tabella presenta i risultati ottenuti per tre differenti volumi di consegna complessivi (260, 360 e 460 stop). Il costo nello scenario "solo Bike" è comprensivo del furgone che compie il giro latte per portare consegne nella sede in centro. Il costo nello scenario "BAU" è calcolato ipotizzando una ripartizione delle consegne tra bike senza Mobile Depot e furgoni pari alla ripartizione media osservata nel 2016.

Tabella output: costo per stop nei diversi scenari											
#stop	Solo Furgoni	Solo Bike	BAU	SMD1 ALT	SMD2 ALT	SMD3 ALT	SMD4 ALT	SMD1 TO	SMD2 TO	SMD3 TO	SMD4 TO
260	2,84	2,41	<b>2,70</b>	3,79	3,75	3,29	3,25	4,13	4,17	<b>4,03</b>	3,58
360	3,05	2,43	<b>3,01</b>	3,19	3,15	2,78	2,73	3,44	3,48	<b>3,42</b>	2,98
460	2,79	2,55	<b>2,80</b>	2,85	2,81	2,49	2,44	3,04	3,09	<b>3,08</b>	2,63

La gestione delle consegne con i furgoni resta la più economica nel caso in cui il numero di colli sia relativamente basso, verosimile rispetto allo scenario di Torino. Con l'aumentare dei volumi invece il Mobile Depot permette un risparmio economico: è più vantaggioso della consegna con furgoni quando il volume di fermate è pari a 360-460 per gli scenari SMD3 e SMD4, gestione alternativa e SMD4, gestione sperimentazione.

Indipendentemente dalla modalità di gestione, il Mobile Depot non è mai più vantaggioso della consegna con sole bike, nonostante l'efficienza aumenti del 10-20%, per via degli alti costi di investimento e operativi (alta sensibilità al prezzo occupazione giornaliera).

## 5.1.6 CBA DELLA SPERIMENTAZIONE

Il rendimento dell'investimento è calcolato considerando:

- i costi di investimento (incrementali) e i costi operativi come flussi in uscita;
- le entrate (incrementali)

La redditività finanziaria del progetto, misurata dai seguenti indicatori chiave: valore attuale netto – VAN e tasso di rendimento finanziario – TRF.

Il VAN e il TRF confrontano i costi di investimento con le entrate nette e misurano la capacità delle entrate nette generate dal progetto di ripagare l'investimento iniziale, indipendentemente dalle fonti o dai metodi con cui è finanziato. Il VANF viene espresso in termini monetari (Euro) e dipende dalla dimensione del progetto. Il TRF è invece un numero espresso in termini relativi (%), che non varia in funzione della dimensione di scala del progetto. Il TRF viene utilizzato principalmente per valutare le performance future dell'investimento rispetto ad altri progetti o a un tasso di rendimento adottato come riferimento.

Prima di identificare il VAN e il TIR è necessario identificare lo scenario di riferimento da comparare alla performance BAU. La tabella sottostante rielabora i dati presentati nella tabella x evidenziando il possibile costo/ricavo incrementale annuo dovuto all'adozione di un Mobile Depot accoppiato a cycle logistics rispetto al caso di consegna con veicoli furgonati, nei due casi identificati "MD Sperimentazione" ed "MD Alternativo".

**Costi di investimento e i costi operativi (incrementali):** sono stati presi in considerazione i costi di investimento per l'acquisto dei veicoli nell'anno di inizio, sia nel caso dello scenario BAU (acquisto veicoli furgonati) che nel caso della sperimentazione (acquisto Mobile Depot e Cargo Bike).

**Entrate (incrementali):** i ricavi sono stati considerati a partire dalla stima della differenza dei costi per consegna nei diversi scenari, ipotizzando che i ricavi medi per consegna identificati nello scenario BAU corrispondano ai costi medi per consegna più una marginalità, e che tali ricavi medi non cambino negli scenari alternativi anche a fronte di differenze di costo medio.

Il grafico presenta i flussi di cassa attualizzati e il valore attuale netto risultante per i due diversi casi "Sperimentazione" e "Alternativo" ipotizzando:

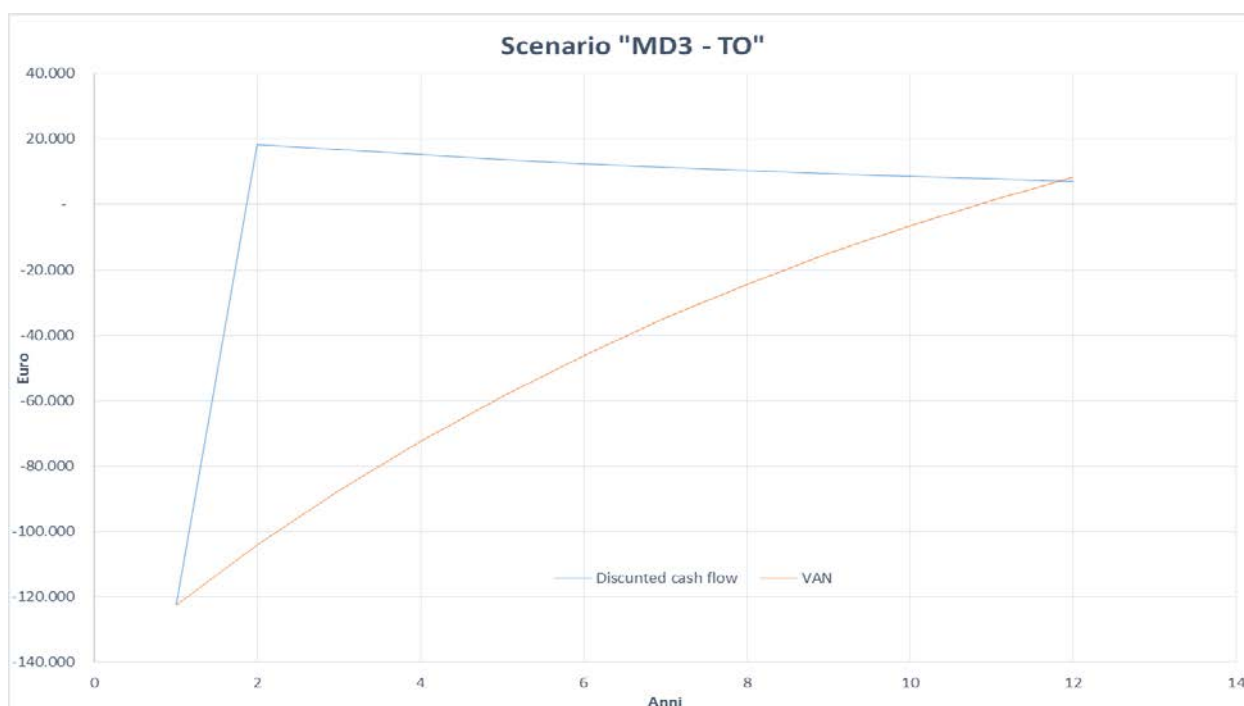
- un volume di consegne al giorno nell'area geografica pari a 460 stop.
- un tasso di attualizzazione pari rispettivamente al 15%, corrispondente al tasso di rendimento finanziario prescelto ex ante.

Nel caso della sperimentazione (Scenario "MD3 - TO"), ipotizzando un aumento dell'efficienza pari a quella registrata, il VAN assume un valore positivo solo dopo il decimo anno dopo l'inizio dell'investimento, per via degli alti costi associati all'operatività del Mobile Depot gestito con le

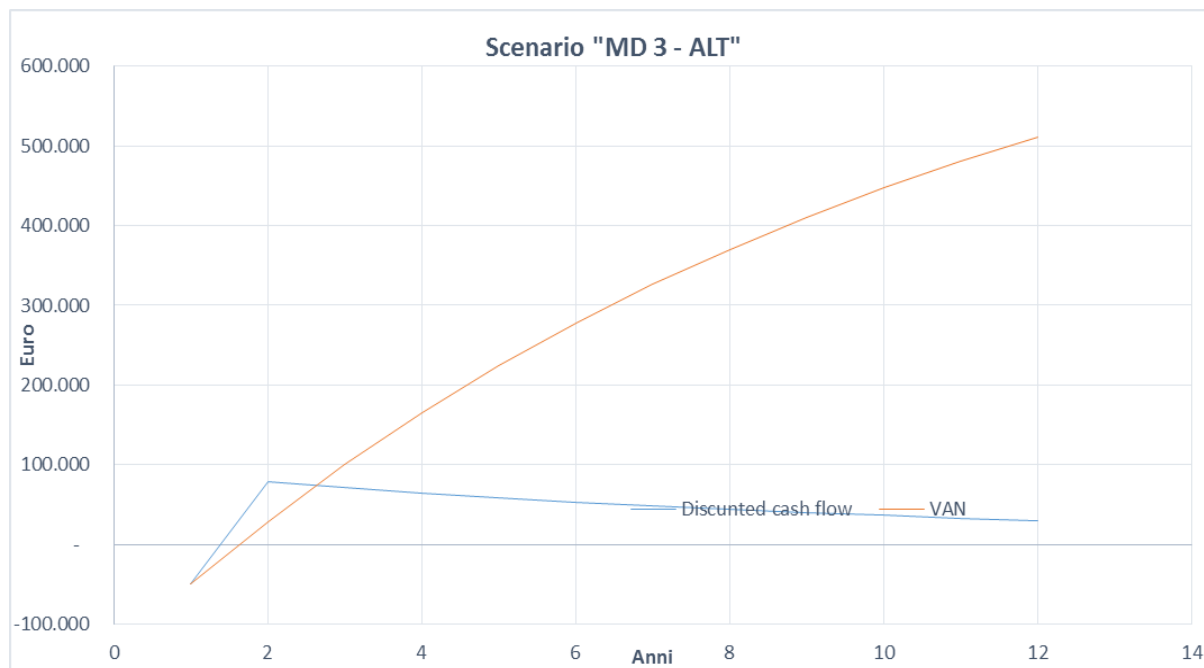


### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

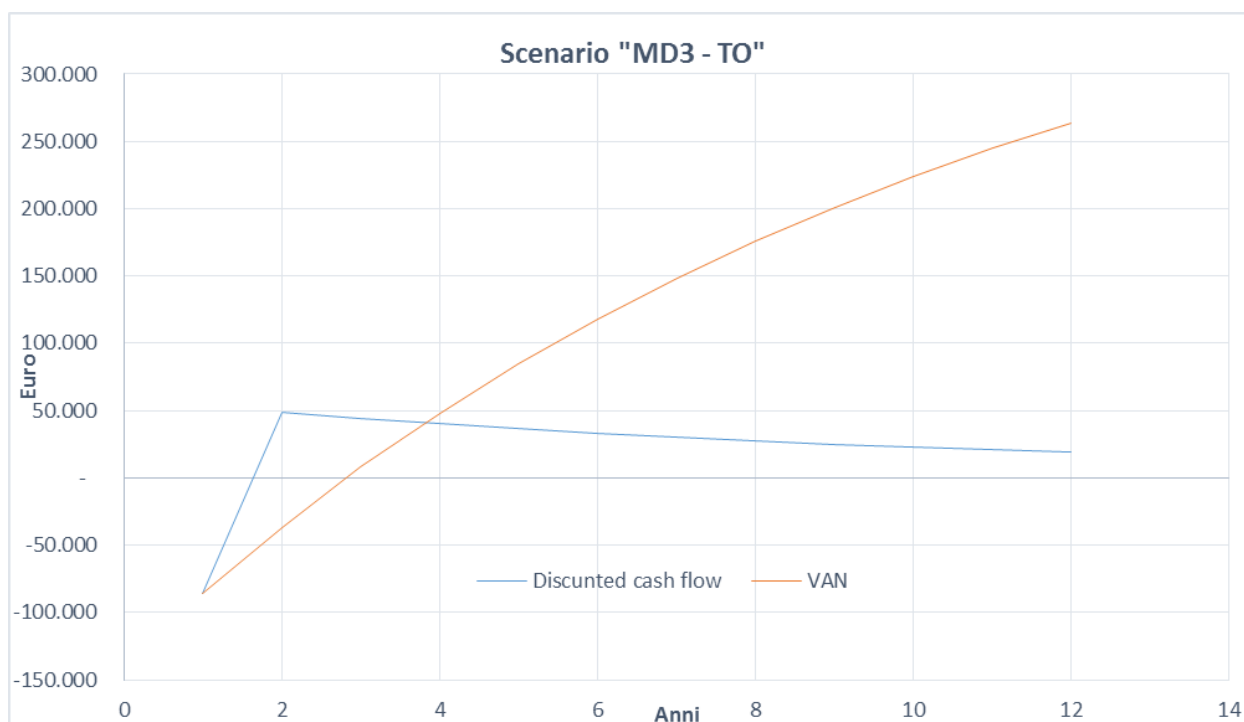
modalità applicate nella sperimentazione URBELOG. Tale risultato non cambia sensibilmente anche ipotizzando un tasso di sconto inferiore, pari al 10% e al 5%. Nel caso "alternativo", ipotizzando un aumento dell'efficienza pari a quella registrata (Scenario "MD3 - ALT") i ricavi incrementali generati riescono a più che compensare la spesa in investimenti iniziali necessaria per avviare la sperimentazione già a partire dal secondo anno, grazie ad una riduzione dei costi operativi legati al miglior impiego del Mobile Depot. Il valore nell'asse delle ordinate, in euro, rappresenta il risparmio relativo al caso BAU, a parità di prezzo applicato alle consegne effettuate.



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



Un elemento chiave che influenza i risultati della CBA applicata alla sperimentazione reale di Torino è il costo di occupazione di suolo pubblico, che da solo pesa per il 60% dei costi operativi legati al Mobile Depot e per circa il 30% dei costi operativi totali. Ipotizzando che tale costo diminuisca ad esempio da 298 euro/giorno a 150 euro/giorno, si può notare come il VAN diventi positivo nel terzo anno dopo l'inizio della sperimentazione.



## **5.2 INFRASTRUTTURA INTELLIGENTE DI PIAZZOLE DI SOSTA**

### **5.2.1 DESCRIZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE**

A Torino, l'infrastruttura ICT road side è stata installata presso due siti definiti insieme al Comune di Torino e a 5T (l'agenzia che gestisce la mobilità urbana di Torino). I due siti sono situati in

- Via Giolitti angolo corso Cairoli (ZTL Centrale) dove è presente un'area di carico/scarico dalla lunghezza di circa 10 metri suddivisa in due stalli
- Via Arsenale angolo via S.Quintino (ZTL Centrale e ZTL trasporto pubblico) dove è presente un'area di carico/scarico dalla lunghezza di circa 15 metri non suddivisa in stalli

In entrambi i siti sono state installate:

- una smart camera: telecamera + modulo di elaborazione
- una RSU (denominate rispettivamente TORSU1 e TORSU2)

Una ulteriore installazione con una RSU e due smart camera è stata effettuata presso l'Open Air Lab di TIM (sede di via G.Reiss Romoli 274) per poter effettuare prove aggiuntive.

A Milano, l'infrastruttura ICT road side è stata installata in Corso Buenos Aires, angolo Via Gaspare Spontini. Il punto è stato definito in accordo con il Comune di Milano (per quanto riguarda la scelta di Corso Buenos Aires come area di sperimentazione) e con l'azienda multiservizi A2A S.p.A per quanto riguarda la scelta del punto esatto in cui effettuare l'infrastrutturazione (A2A gestisce per conto del Comune di Milano i servizi di fornitura elettrica dei semafori e dell'illuminazione pubblica nell'area oggetto dell'installazione).

L'installazione è avvenuta su un palo semaforico a circa 5 metri di altezza. Sul palo individuato sono state installate le seguenti tecnologie:

- 2 smart camera: telecamera + modulo di elaborazione
- una RSU (MIRSU2)

Le 2 smart camera Urbelog sono in grado di monitorare due differenti stalli di carico-scarico presenti in Corso Buenos Aires, ognuno composto da due differenti stalli (4 in totale).

### **5.2.2 RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI**



### **D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

Nella sperimentazione svolta a Milano il progetto pilota ha subito una variazione in quanto l'iter burocratico per procedere all'individuazione dell'area di sperimentazione, all'autorizzazione dell'installazione delle tecnologie Urbelog necessarie per l'ottimizzazione delle piazzole di carico e scarico in Corso Buenos Aires e la configurazione tecnica delle tecnologie stesse in accordo con gli standard tecnici definiti dal Comune, ha comportato l'impossibilità di utilizzare direttamente i dati raccolti durante le fasi di sperimentazione.

Per supplire la carenza di alcuni dati essenziali per l'avvio delle attività di valutazione dei costi e benefici sociali ed ambientali connessi ad alcune soluzioni di progetto nell'area studio di Milano, è stato utilizzato un modello del traffico relativo all'area del Comune di Milano, in grado di simulare gli impatti trasportistici (variazione delle percorrenze medie, variazione della velocità media, variazione dell'indice di congestione) della soluzione di progetto in esame.

Nella sperimentazione svolta a Torino sono state riscontrate le stesse problematiche di rappresentatività statistica dei dati delle sperimentazioni. Tuttavia, in questo caso l'amministrazione comunale non ha messo a disposizione il proprio modello del traffico.

## **5.2.3 ANALISI DELLA PRESTAZIONE**

Durante l'impostazione delle attività di valutazione è emersa l'impossibilità di utilizzare direttamente i dati raccolti durante le fasi di sperimentazione. Per tale motivo si è proceduto con un'elaborazione della prestazione connessa a tale soluzione di progetto sulla base di due metodi complementari: l'analisi dei risultati ottenuti da studi della letteratura in merito agli impatti economici sugli operatori privati e il ricorso a simulazioni modellistiche effettuate attraverso il modello del traffico della società AMAT in merito alla valutazione delle esternalità connesse all'uso di piazzole equipaggiate con RSU (si veda il documento di progetto D.12.2.1).

Per la valutazione degli impatti economici è stato necessario identificare un approccio di modellizzazione delle modalità operative nello scenario BAU, in particolare, sono state identificate due ipotesi alternative:

Ipotesi BAU 1: nel momento in cui trova una piazzola occupata, l'operatore sceglie di cercare un parcheggio e non di parcheggiare in doppia fila. In tal caso l'infrastrutturazione 'smart' della piazzola porterebbe ai seguenti benefici:

- risparmio di tempo nella ricerca di parcheggio.
- risparmio di carburante legato alla diminuzione del tempo di percorrenza



#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Ipotesi BAU 2: nel momento in cui trova una piazzola occupata, l'operatore sceglie di parcheggiare in doppia fila. In tal caso l'infrastrutturazione 'smart' della piazzola non genererebbe nessun risparmio di tempo o di carburante grazie all'uso della piazzola 'smart', ma potrebbe comunque portare i seguenti benefici:

- benefici legati alla maggiore sicurezza delle operazioni di carico/scarico.
- benefici legati alla riduzione del rischio di multa

L'analisi della prestazione operativa è stata effettuata sotto l'ipotesi 1, dal momento che la letteratura tende verso tale modellizzazione degli impatti delle piazzole di carico/scarico interattive: in Blanco et al. (2012) viene valutata attraverso un'analisi CBA l'infrastrutturazione intelligente di una rete di piazzole di sosta per il trasporto merci di ultimo miglio (Progetto FREILOT). Il sistema consiste in una rete di 25 piazzole di sosta ('delivery bays') in una città di circa 1 milione di abitanti, dotate di un sistema di prenotazione (ad esempio una colonnina di parcheggio o un sito web) in cui i conducenti possono prenotare alcune delle slot disponibili. Gli utenti possono prenotare in anticipo o in tempo reale, ma questa seconda opzione è possibile solo se lo spazio libero è ancora disponibile quando il conducente arriva nel luogo di consegna. I benefici individuali, ottenuti dai diversi risultati delle valutazioni delle sperimentazioni, sono legati a quattro diversi fattori (Blanco et al., 2012):

- Il risparmio di carburante, tradotto direttamente in guadagni economici (risparmio di denaro relativo al consumo di carburante).
- Risparmio di tempo, tradotto direttamente in guadagni economici (risparmio di denaro relativo alle ore di lavoro).

In Blanco et. al (2012) viene ipotizzato un aumento di velocità connesso alla diminuzione della congestione derivante dal nuovo sistema di sosta pari a circa 2 km/h nell'area considerata. Tale impatto genera un corrispondente risparmio di tempo del 6% rispetto al tempo totale di viaggio di un turno giornaliero (Gonzalez-Feliu et al., 2013). Il vantaggio economico che gli operatori privati otterrebbero per ciascun veicolo in un anno ammonta a 450 euro, di cui 350 euro relativi ai benefici derivanti dal risparmio di tempo, 85 euro relativi ai risparmi di carburante e 15 euro relativi ad una monetizzazione indiretta dei vantaggi legati alla diminuzione delle emissioni di CO2 da parte del veicolo utilizzato (Gonzalez-Feliu et. al 2013).

Sulla base dell'approccio adottato dalla letteratura, sono identificati i seguenti impatti:

- risparmio di tempo nella ricerca di parcheggio. Va tuttavia tenuto in considerazione che il tempo di sosta potrebbe allungarsi, perché l'operatore potrebbe sentire una minore urgenza con un parcheggio al sicuro, così da non accelerare i tempi di consegna.
- risparmio di carburante legato alla diminuzione del tempo di percorrenza.

L'impatto sulle performance operative è stato calcolato ipotizzando quattro diversi scenari legati alla possibile caratterizzazione delle piazzole di sosta. I dati input che compongono gli scenari sono:

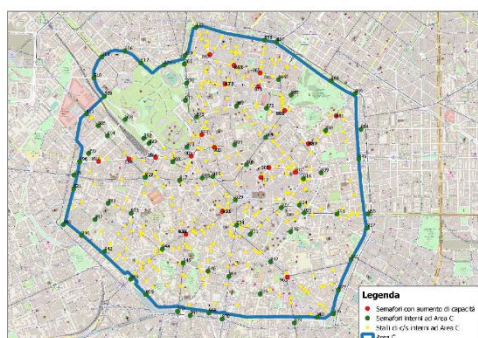
- Numero piazzole intelligenti

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

- Piazzole intelligenti utilizzate sul totale
- Percentuale di stop con fermata in piazzola sul totale delle stop effettuate da un operatore in un giorno
- Tempo risparmiato grazie a piazzola (min)

**Numero e utilizzazione delle piazzole intelligenti:** Relativamente alla valutazione della sperimentazione di Milano, sono stati individuati grazie al modello AMAT una serie di archi del grafo modellistico all'interno di Area C corrispondenti alle vie in cui sono presenti una o più piazzole di carico/scarico localizzate in prossimità delle intersezioni semaforizzate e rispondenti a determinate condizioni, quali: posizionamento a lato strada con tipologia di stalli in linea, assenza di sosta a pagamento/residenti nelle immediate vicinanze della piazzola ecc. La vicinanza alle intersezioni semaforizzate è infatti condizione necessaria affinché eventuali perturbazioni alla circolazione dei veicoli, come la sosta in doppia fila, siano in grado di condizionare il calcolo della capacità degli archi, dipendente principalmente dalla durata del verde semaforico rispetto all'intero ciclo. Di contro, la presenza di veicoli in doppia fila lungo archi distanti da intersezioni semaforizzate determinerebbe una riduzione della capacità sensibilmente inferiore e più difficile da quantificare. La seguente immagine illustra le piazzole di carico/scarico interne ad Area C e mette in luce le intersezioni semaforizzate interessate in cui almeno un arco è interessato dalla variazione di capacità. A partire da 59 intersezioni semaforizzate interne Area C, sono state identificate 20 intersezioni con piazzole di sosta idonee.

Impianti semaforici in cui almeno un arco gode di aumento della capacità (AMAT)



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

Tempo risparmiato grazie all'uso della piazzola (min): A seguito dei colloqui effettuati con gli operatori che hanno preso parte alla sperimentazione Urbelog (documento di progetto D1.3.1), è emerso come la disponibilità delle piazzole di carico/scarico sia tra i principali problemi della logistica urbana a Milano. Queste piazzole infatti, come evidenziato dagli operatori, troppo spesso sono abusivamente occupate da auto private e per i corrieri diventa spesso difficile sostare in corrispondenza del civico a cui devono fare la consegna. A seconda della distanza effettuata del veicolo per le manovre di parcheggio, la riduzione del tempo di parcheggio stimata varia tra i 15 e i 45 secondi: ipotizzando la velocità media riscontrata nelle sperimentazioni e una riduzione della distanza percorsa di 250 metri, il tempo di ricerca di parcheggio diminuisce ad esempio di 30 secondi.

## 5.2.4 APPLICAZIONE DEL MODELLO DI COSTO

I costi di investimento e operativi legati all'infrastrutturazione intelligente delle piazzole di sosta considerati sono:

Voci di costo	Attore su cui ricadono i costi
<b>Investimenti</b>	
Backoffice, software e computer necessari	PA
Road Side Unit (RSU)	PA
Telecamere (compresa installazione)	PA
Unità hard da inserire nel veicolo (OBU)	Operatore
Pubblicità e diffusione	PA
<b>Costi operativi</b>	
Costi funzionali e mantenimento del backoffice	PA
Servizio di enforcement (polizia)	PA
Mantenimento dell'infrastruttura	PA
Mantenimento OBU	Operatore

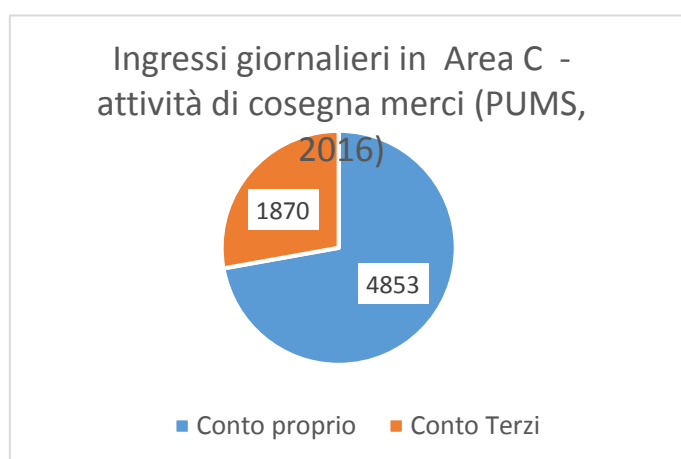
### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

La ripartizione dei costi tra PA e operatore, eccetto che per il caso dell'acquisto e mantenimento delle OBU, assegnati in ogni caso all'operatore perché utilizzabili anche per servizi non collegati con la specifica sperimentazione (OBU legacy), può avvenire secondo modalità differenti:

- Piena attribuzione dei costi direttamente in capo alla PA sul budget pubblico, senza modalità di recupero di questi attraverso forme di pagamento del servizio.
- Ripartizione dei costi sostenuti direttamente dalla PA tra gli operatori privati che utilizzano il servizio, sotto forma di una fee annuale.

Nel primo caso il servizio offerto dalle piazzole andrebbe a beneficio dell'intero insieme di operatori in conto terzi e conto proprio, a cui verrebbero riservate le piazzole.

Nel secondo caso, ipotizzando che il servizio venga interamente pagato dall'operatore privato sotto forma di una fee annuale per la quota di competenza della PA, andrebbero definite delle opzioni che permettano di garantire agli operatori iscritti l'esclusività o la priorità di accesso al servizio di parcheggio. In questo scenario, il costo sostenuto da ciascun operatore dipende dal numero di soggetti che rientreranno nello schema offerto dalla PA: maggiore il numero degli operatori minore il costo medio da essi sostenuto. Il numero di operatori che corrispondono la fee d'ingresso è calcolato a partire dal numero veicoli operanti in conto terzi in Area C, pari a 1870 al giorno. Dal momento che il 98% dei veicoli merci è un autocarro (PUMS, 2013), ciascuno occuperà 1 solo stallo. Oltre a tali veicoli andrebbero aggiunti i rimorchi attivi in area C, perché questi occuperebbero 2 stalli contemporaneamente. Visto il loro numero esiguo (circa 25 al giorno secondo PUMS, 2013), per ora si trascurava il loro impatto, ma va considerato che questi operatori hanno un maggiore interesse a prenotare le piazzole vista la maggiore difficoltà a posteggiare in doppia fila.



Il numero di veicoli partecipanti è sottoposto al vincolo di utilizzabilità delle piazzole: ipotizzando slot orari di 10 minuti, nell'arco di 12 ore (7.00-19.00) ciascuna piazzola, caratterizzata da due stalli, potrà essere utilizzata al massimo 60 volte. A seconda del numero di piazzole ipotizzate, il numero di operatori coinvolti viene ipotizzato come al massimo pari al numero di operatore che saturerebbe le piazzole nell'arco delle 12 ore. Nel caso ad esempio dell'infrastrutturazione di 20 piazzole, i 40

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

stalli disponibili potrebbero servire in 12 ore un numero massimo di 2.400 richieste al giorno. Ipotizzando ad esempio che il 10% degli operatori decida di pagare una fee per il servizio, l'infrastrutturazione di 20 piazzole in Area C, ed una probabilità del 20% che ciascuna piazzola possa servire a ciascun operatore nell'arco della giornata, le piazzole raggiungerebbero una saturazione del 94%. Nel calcolo della saturazione è inserito un fattore legato alla probabilità che l'operatore sia intenzionato ad utilizzare le piazzole, stimato come una percentuale di piazzole utili sul totale delle stop effettuate in una giornata (fattore calcolato come (piazzole intelligenti/stop al giorno) che varia in maniera direttamente proporzionale al numero di piazzole infrastrutturate).

- Ipotizzando che il 5% degli operatori sia coinvolto nel programma di l'infrastrutturazione di 10 piazzole, a fronte di un pagamento annuale per la copertura dei costi in capo alla PA, (costi ripartiti nell'arco di 10 anni e attualizzati ad un tasso di sconto del 4%) il prezzo per operatore annuo corrisponde a 286 euro.
- Ipotizzando che il 10% degli operatori sia coinvolto nel programma di l'infrastrutturazione di 20 piazzole, a fronte di un pagamento annuale per la copertura dei costi in capo alla PA, (costi ripartiti nell'arco di 10 anni e attualizzati ad un tasso di sconto del 4%) il prezzo per operatore annuo corrisponde a 207 euro.
- Ipotizzando che il 20% degli operatori sia coinvolto nel programma di l'infrastrutturazione di 40 piazzole, a fronte di un pagamento annuale per la copertura dei costi in capo alla PA, (costi ripartiti nell'arco di 10 anni e attualizzati ad un tasso di sconto del 4%) il prezzo per operatore annuo corrisponde a 168 euro.
- Ipotizzando che il 30% degli operatori sia coinvolto nel programma di l'infrastrutturazione di 60 piazzole, a fronte di un pagamento annuale per la copertura dei costi in capo alla PA, (costi ripartiti nell'arco di 10 anni e attualizzati ad un tasso di sconto del 4%) il prezzo per operatore annuo corrisponde a 155 euro.

Operatori coinvolti sul totale presenti in Area C	Numero piazzole	Saturazione massima piazzole	Valore fee annuale
5%	10	93%	286
10%	20	94%	207
20%	40	94%	168
30%	60	95%	155

## 5.2.5 CBA DELLA SPERIMENTAZIONE

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Combinando le ipotesi sulla diffusione e sull'uso delle piazzole intelligenti, oltre che sulle performance operative dei furgoni in conto terzi operanti in Area C, sono stati elaborati quattro scenari che presentano diversi risultati rispetto a tre KPIs:

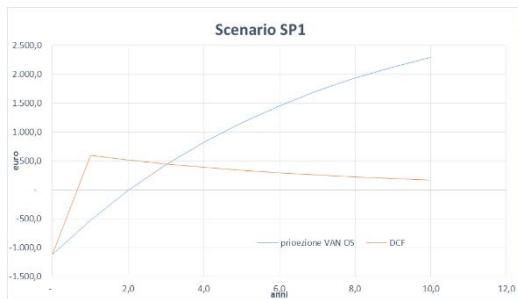
- Tempo di viaggio medio per stop (min)
- Velocità media viaggio (km/h)
- Tempo risparmiato / giorno (min)

	BAU	SP1	SP2	SP3	SP4
<b>Dati input operatività furgoni BAU</b>					
Percorrenza media per stop (km)			1,26		
Tempo di sosta per stop (h)			0,07		
<b>Dati input sperimentazione</b>					
Numero piazzole intelligenti	/	20	10	20	10
Piazzole intelligenti utilizzate sul totale	/	75%	25%	25%	75%
Fermate con uso piazzola sul totale delle fermate (operatore/giorno)	/	<b>27%</b>	<b>4%</b>	<b>9%</b>	<b>13%</b>
Tempo risparmiato grazie a piazzola (min)	/	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Output: prestazioni operatività furgoni</b>					
Tempo di viaggio medio per stop (min)	3.35	3.22	3.33	3.30	3.28
Velocità media viaggio (km/h)	22.6	23.5	22.7	22.9	23
Tempo risparmiato / giorno (min)	/	8	1	3	4
<b>Output: costi</b>					
Costo totale/stop (€)	3.24	3.19	3.23	3.22	3.21
Valore aggiuntivo per aumento stop/anno (€)	/	<b>993</b>	<b>475</b>	<b>577</b>	<b>680</b>
Risparmi carburante/anno (€)	/	<b>117</b>	<b>28</b>	<b>57</b>	<b>86</b>

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

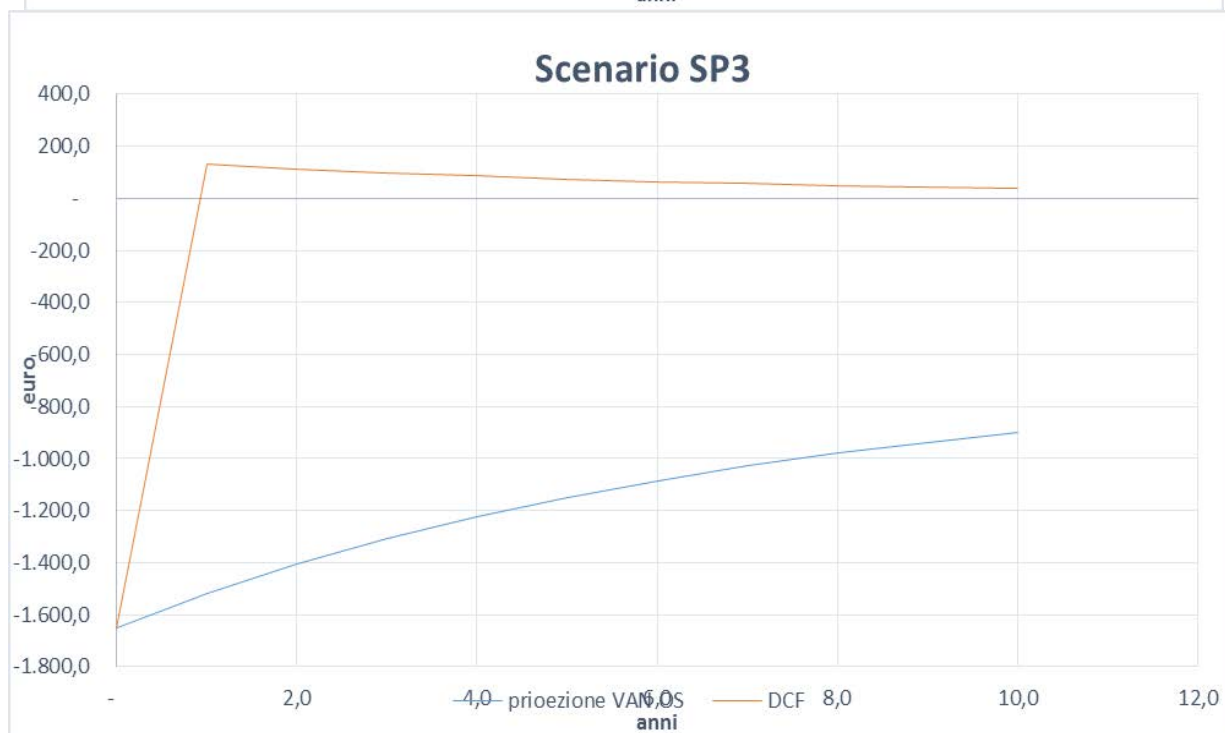
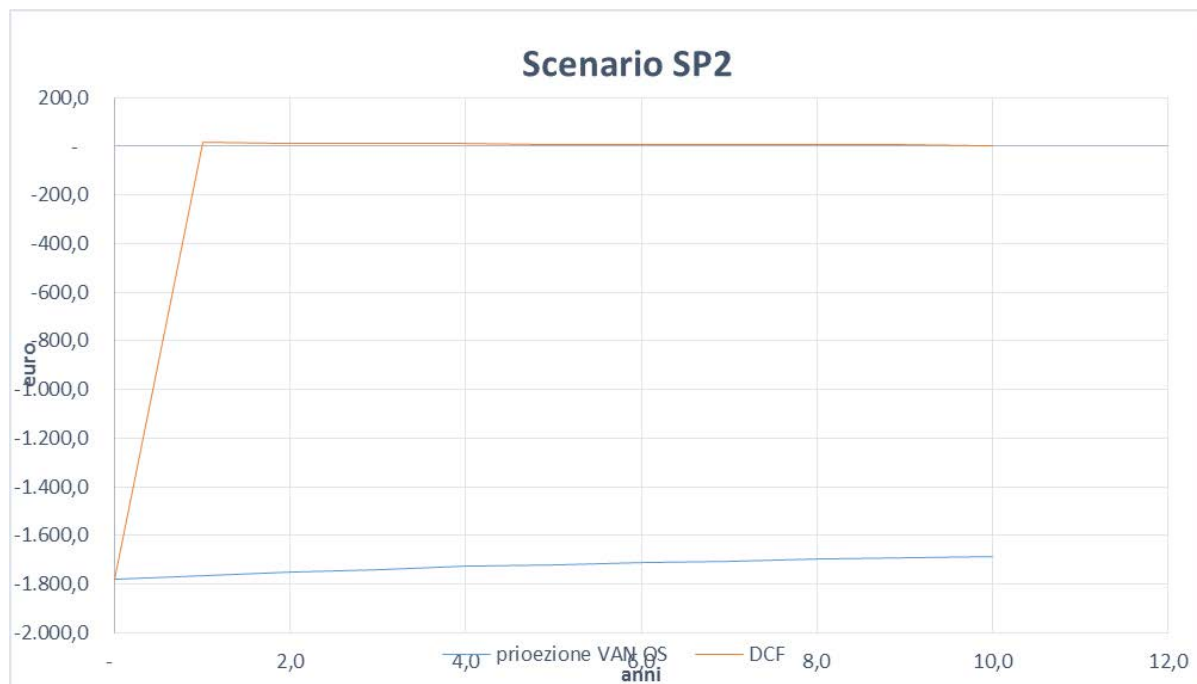
La valutazione degli impatti economici si basa sull'ipotesi che, a parità di risorse impiegate (veicoli/ora e km percorsi) e quindi a parità di costi lordi, scenari più efficienti saranno caratterizzati da maggiori consegne per operatore/giorno. I ricavi incrementali sono calcolati come prodotto tra le consegne incrementali e il prezzo del servizio. Le ipotesi sottostanti il calcolo dei risparmi di carburante all'anno sono due: riduzione del percorso di ricerca di parcheggio di 250 metri per fermata (ipotizzando una velocità media di 15km/h per la ricerca del parcheggio ed un tempo risparmiato pari a 30 secondi); costo veicolo/km pari a 0.23 euro.

Ipotizzando una ripartizione dei costi in capo all'operatore privato che comprenda sia i costi della fee annua stimata nella tabella sopra riportata e il costo di acquisto e mantenimento delle OBU, il VAN calcolato ipotizzando un TIR del 15% cambia notevolmente a seconda delle assunzioni relative alle prestazioni operative: l'unico caso ad essere economicamente vantaggioso è il più ottimistico scenario SP1, in cui 20 piazzole intelligenti vengono usate da circa 180-190 operatori logistici in conto terzi, ciascuno per una quota di fermate sul proprio totale giornaliero pari al 27%.

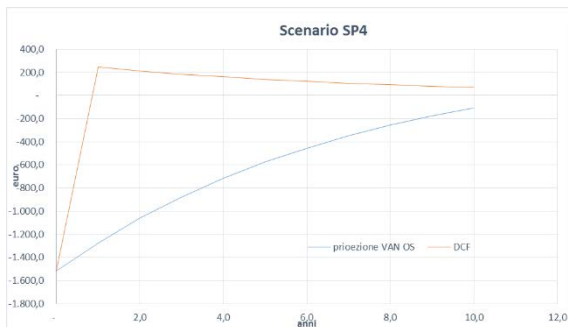




**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto



## 5.3 ZEV

### 5.3.1 DESCRIZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

I veicoli, messi a disposizione da IVECO, sono stati equipaggiati con OBU SSSA (OBU Plus). I percorsi di questi veicoli sono stati effettuati da driver Iveco e ricalcano dei giri “tipo” forniti da TNT, sia a Torino che a Milano. Il veicolo utilizzato nella sperimentazione è un Iveco Daily elettrico (si veda la Figura sottostante).

Veicolo elettrico presso l'Università Bocconi

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



### 5.3.2 RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI

I dati presenti nel Database Urbelog e associati al veicolo VIN\_URB\_TEL\_V0013, selezionati solo per le giornate caratterizzate da un percorso sufficientemente lungo da poter essere paragonabile allo scenario di consegna AS IS:

tt	Giro	Periodo	Num. Giorni Totali	Num. Giorni Validi (*)	Num. ore tot	Km tot	Num. medio rilevazioni giornaliera (**)	NOTE
VIN_URB ELOG_V0010	Torino Pescarito – area centrale TO Peschiera Borromeo - Milano Cso. Buenos Aires	02/02/2017 07/07/2017	33	31	163	1534	2386	Alimentazione elettrica

### 5.3.3 ANALISI DELLE PRESTAZIONI

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Nella definizione delle tipologie di ZEV adottate sono stati considerati i seguenti vincoli tecnici:

- vincoli sulla capacità volumetrica;
- vincoli di peso;
- autonomia chilometrica degli ZEV.

Veicolo	Vincoli tecnici dei veicoli			
	Furgone leggero (es VAN)	Furgone pesante (es. TRANSIT)	ZEV leggero	ZEV pesante
Classe 'merci' AMAT	light	light	light	light
Carico massimo (t)	0.5	5	0.8	5.6
Capienza massima (m <sup>3</sup> )	3	18	3.5 - 4.2	19.6
Autonomia (km)	/	/	110 - 170	280

Fonti: cataloghi Iveco (2017)

### 5.3.4 APPLICAZIONE DEL MODELLO DI COSTO

I costi fissi ed operativi sono stati calcolati per le due tipologie di ZEV seguendo la stessa metodologia applicata nel caso BAU. I risultati sono presentati nella tabella sottostante.

	Furgone leggero	Furgone pesante	ZEV leggero	ZEV pesante	
costo del personale (CCNL 4° livello super)	140,84				
ammortamento veicolo (7 anni)	14,7	22.8	15	49	€/gg
assicurazione	8	8	8	8	€/gg
bollo	0,23	0,23	0,23	0,23	€/gg
Tagliando Area C	3	3	0	0	€/gg
<b>Costi veicoli/gg</b>	<b>25,93</b>	<b>28.3</b>	<b>23,00</b>	<b>56,80</b>	€/gg
pneumatici	0,02	0,02	0,02	0,02	€/Km
manutenzione	0,022	0,04	0,02	0,04	€/Km
costo gasolio/km	0,172	0,172	0,060	0,061	€/Km
<b>Costo veicolo/km</b>	<b>0,214</b>	<b>0,232</b>	<b>0,10</b>	<b>0,12</b>	€/Km
<b>Costi d'acquisto ipotizzati per il calcolo quota di ammortamento</b>					
ZEV leggero	25.000-30.000				
ZEV pesante	80.000-90.000				

Fonti: cataloghi Iveco (2017)

#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Sulla base dei costi ipotizzati nella tabella, è possibile identificare il divario tra il costo fisso giornaliero e il costo variabile al km relativo al veicolo, al netto del costo del personale, a seconda della tipologia di furgone:

	Furgone leggero	ZEV leggero	Furgone pesante	ZEV pesante
<b>Costi fissi</b>	25.9 €/gg	22-28 €/gg	28.3 €/gg	53-59 €/gg
<b>Costi variabili</b>	0.21 €/Km	0.10-0.11 €/Km	0.23 €/Km	0.18-0.19 €/Km

Il consumo medio è stato calcolato sulla base dei dati riportati nella tabella sottostante, che si riferiscono ai dati indicativi delle tipologie di veicoli attualmente in commercio di cui è stato possibile ricavare dei dati pubblicamente disponibili. Laddove sono stati identificati dei range, sono stati utilizzati dei valori prestazionali conservativi.

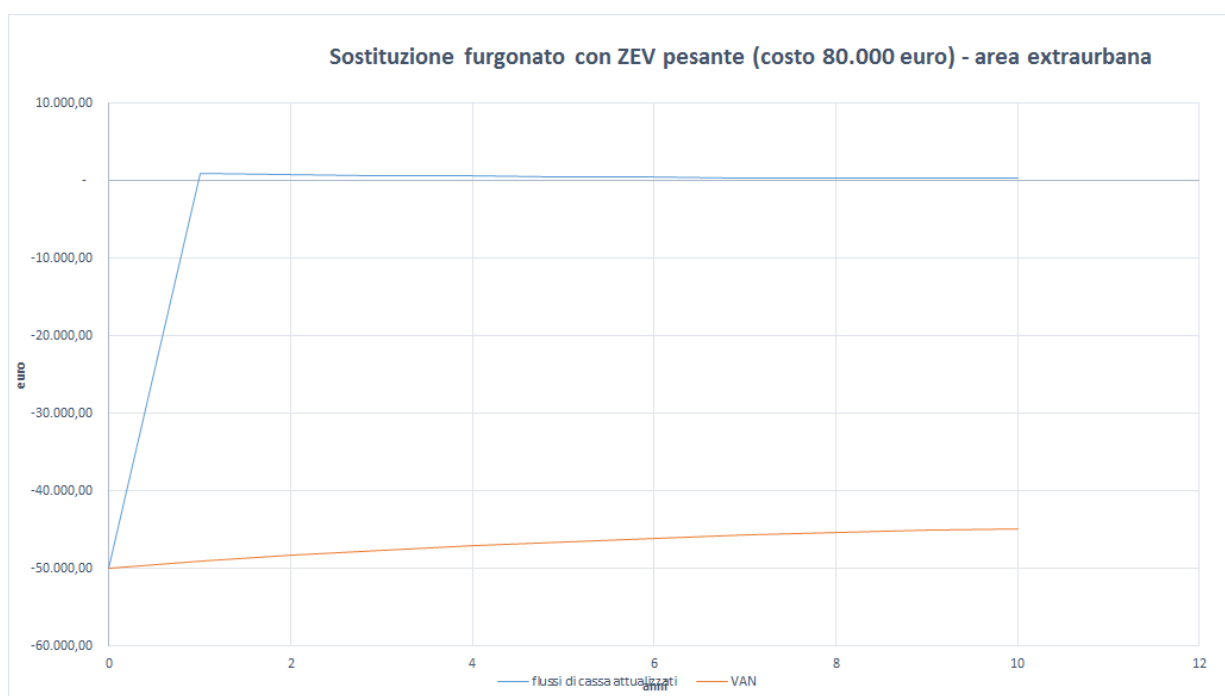
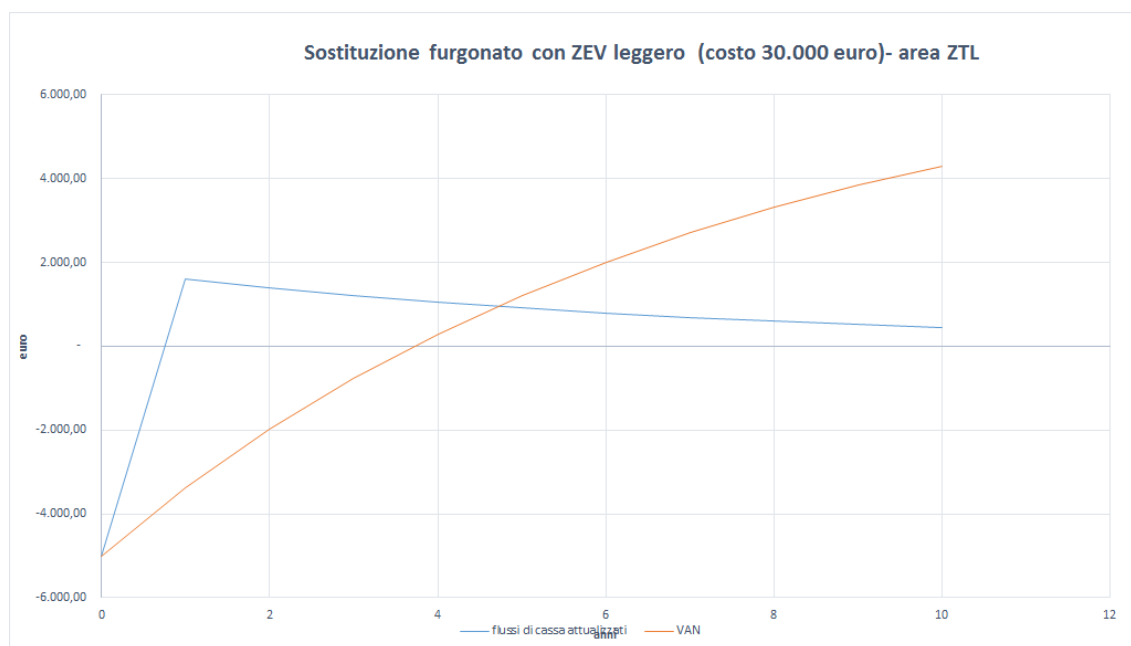
	Batteria	Autonomia media	Km/KWh	Costo elettricità ENEL drive	€/km
<b>ZEV leggero</b>	24 KWh	160	6,6	0,4 €/kWh.	0,06
<b>ZEV pesante</b>	28 KWh (da 1 a 3 batterie)	280 (3 batterie)	3.3 (3 batterie)		0,12
<b>Fonti: cataloghi Iveco (2017), ENEL (2017)</b>					

### 5.3.5 CBA DELLA SPERIMENTAZIONE

Ipotizzando che il veicolo ZEV leggero sostituisca i furgoni di piccole/medie dimensioni operanti nelle ZTL, può essere calcolato il risparmio medio annuo dato dalla sostituzione con lo ZEV, sulla base del numero di km giornalieri percorsi in ZTL stimato dai dati BAU (pari a 66 km/giorno). Il veicolo ZEV pesante potrebbe invece sostituire i veicoli furgonati di maggiori dimensioni attivi nelle zone urbane non ZTL ed extraurbane, caratterizzate da un servizio di consegna che raggiunge in media i 110 km/giorno.

	ZEV in area ZTL	ZEV in area extraurbana
<b>Vantaggi/veicolo/anno per percorrenze</b>	1.850	2.503
<b>Vantaggi/veicolo/anno per tagliando area ZTL</b>	750	0
<b>Vantaggi totali</b>	2.600	2.503

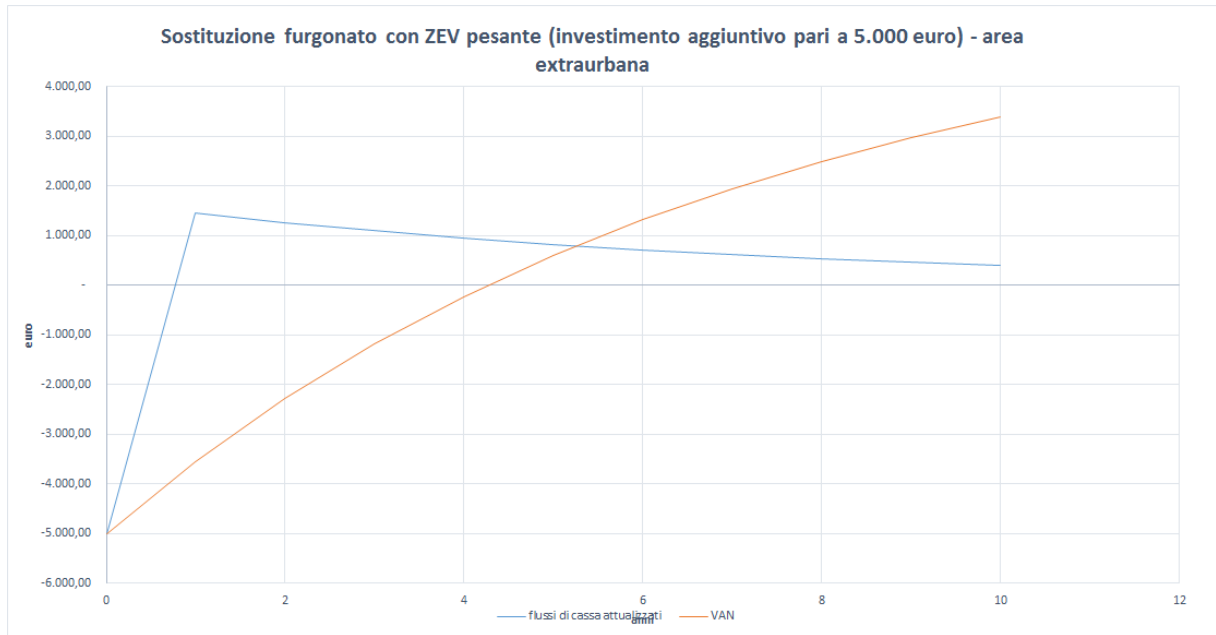
**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



Per ottenere un VAN positivo entro l'ottavo anno dalla sostituzione del veicolo ZEV pesante, il differenziale tra il prezzo di vendita dei due veicoli dovrebbe essere al massimo pari a 5.000, mentre attualmente la differenza di prezzo si attesta attorno ai 40.000-50.000 euro.



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



## 6 OTTIMIZZAZIONE REAL-TIME DEL ROUTING



#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Il presente capitolo riporta l'analisi delle simulazioni condotte al fine di testare gli algoritmi per ottimizzazione real-time del routing di flotte integrate nell'infrastruttura URBeLOG. In particolare, si pone l'obiettivo di evidenziare come un sistema ottimizzato di consegna merci in ambito Last Mile, possa comportare notevoli vantaggi non solo dal punto di vista economico dell'operatore logistico, ma anche dal punto di vista ambientale e di mobilità, guidando la Pubblica Amministrazione verso l'adozione di adeguate policy.

Tradizionalmente la gestione delle flotte di veicoli adibiti al trasporto di merci in ambito urbano procede con un approccio tipicamente "off-line", nel quale la gestione dei flussi e degli ordini viene pianificata con un certo anticipo. Benché tale approccio porti vantaggi derivanti dalla sua natura deterministica, esso si scontra con le numerose sorgenti di incertezza che caratterizzano la logistica urbana. Nella fase iniziale del progetto URBeLOG è infatti emerso come il decisore debba considerare la naturale dinamicità di taluni parametri, quali i tempi di percorrenza, fortemente legati alla congestione del traffico, ma anche integrare parametri legati ai differenti desiderata dei diversi decisori, quali la puntualità delle consegne, vincoli temporali sull'utilizzo di determinate aree geografiche (ZTL, aree ad accesso limitato, ecc.), vincoli legati ai differenti tipi di mezzo di trasporto, ecc. Tutto ciò porta da un lato ad introdurre la natura dinamica dei parametri (problemi di routing time-dependent) ed alla necessità di affiancare ad un Decision Support System (DSS) di tipo classico algoritmi in grado di operare scelte real-time sull'insieme di veicoli circolanti, al fine di correggere situazioni potenzialmente dannose a livello di ottimizzazione delle performance dei veicoli stessi.

In tale direzione, l'infrastruttura URBeLOG è stata integrata con opportuni algoritmi predittivi [6] in ambito urbano per il supporto e l'ottimizzazione del routing e del pricing. Tali algoritmi inoltre sono in grado di supportare l'operatore logistico nella risposta in breve tempo a nuove richieste dai propri clienti o nel far fronte ad eventi real time catturati dalla piattaforma Open Data, riottimizzando il routing di uno o più veicoli della flotta.

Come sopra indicato, il sistema di trasporto merci in ambito urbano è caratterizzato dalla presenza di numerosi stakeholder e decisori che operano nell'ottica di sviluppare policy per migliorare e rendere efficiente e sostenibile (sia dal punto di vista ambientale che economico) la mobilità urbana. Inoltre, tale necessità da una parte, e la riduzione dei ricavi marginali per gli operatori dall'altra, ha portato questi ultimi ad identificare nuove opzioni di consegna, quali veicoli elettrici, dropbox, cargo bike, ecc.... Tuttavia la loro integrazione non è priva di problemi, in quanto generano l'interazione tra attori che possono presentare obiettivi conflittuali, richiedendo una strategia di gestione ottimizzata delle operazioni che armonizzi i loro modelli di business ed operativi. Nella presente analisi ci si pone dunque l'obiettivo di:

- definire i principali attori che caratterizzano il modello logistico.
- definire una pluralità di obiettivi da conseguire attraverso le policy di pricing (riduzione della congestione, minimizzazione dell'impatto ambientale, bilanciamento dei flussi sull'intera rete).
- analizzare come i diversi attori possano co-esistere.





### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

- validare policy e KPI mediante procedure di simulazione-ottimizzazione, atte a replicare situazioni simili a quelle reali.

Output di questa attività saranno le policy da intraprendere al fine di ottimizzare i diversi aspetti (costi di trasporto, costi ambientali) ed i KPI per monitorare e misurare le performance della rete.

La sperimentazione della piattaforma URBeLOG coinvolge corrieri e trasportatori conto terzi ed operatori commerciali che trasportano in conto proprio. Infatti, in aggiunta agli attori considerati nel modello logistico presentato nel deliverable D10.1.1- D10.1.2 - Metodi ed algoritmi per la riottimizzazione del routing [6], nelle seguenti analisi condotte sono stati considerati i seguenti principali operatori logistici, i quali eseguono le operazioni di distribuzione dei pacchi nelle aree urbane e nel cosiddetto Ultimo Miglio per conto dei grandi Corrieri internazionali. Quest'ultimi infatti, al fine di ottenere una maggiore efficienza operativa ed economica ed una maggiore capillarità nel territorio e dunque vicinanza al consumatore finale, esternalizzano le attività logistiche nell'Ultimo Miglio a corrieri subcontractor.

- Corriere Logistico Tradizionale

Attributi:

- utilizzo veicolo van
- capacità di carico del veicolo
- consumi e profilo delle emissioni
- ore di utilizzo del veicolo (ore di guida del driver)
- tempi di servizio

- Corriere di Cycle-Logistics

Attributi:

- utilizzo cargo bike
- capacità di carico del veicolo
- ore di utilizzo della cargo bike (ore di guida del biker)
- tempi di servizio

## 6.1 Simulazione

### 6.1.1 Il sistema di supporto alle decisioni di URBeLOG

Il sistema di supporto alle decisioni adottato, illustrato in Figura si compone dei seguenti moduli:

- Simulatore Monte Carlo
- Metaeuristica per l'ottimizzazione delle operazioni nell'ultimo miglio

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

- Modulo di aggregazione ed analisi dei dati ed informazioni

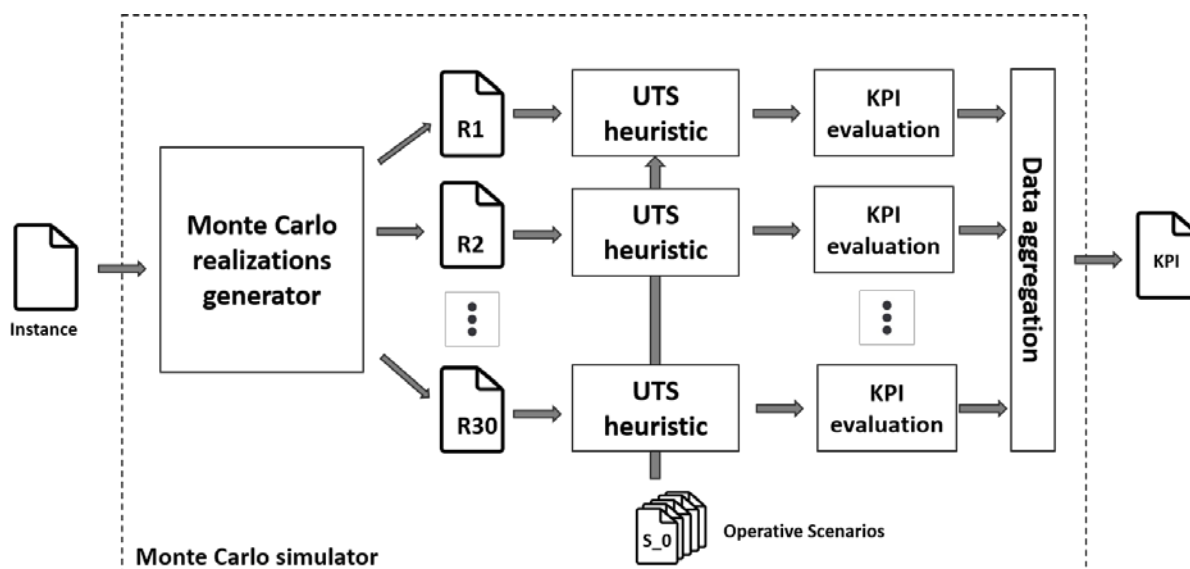


Figura - Simulatore

Il primo blocco genera le realizzazioni che costituiranno l'input della metaeuristica, la quale ottimizzerà le operazioni day-to-day delle varie flotte di veicoli considerate. Le soluzioni ottenute in termini di routing saranno così tradotte ed analizzate utilizzando dei KPI. L'ultimo modulo riceverà così in input i valori dei singoli KPI per ciascuna soluzione della simulazione Monte Carlo, ed analizzerà i valori medi per valutare l'impatto di ciascuna policy.

Il simulatore richiede un grafo logico della città, nonché un'istanza che descrive le consegne da evadere e gli scenari operativi da valutare.

Data una certa domanda, il processo di simulazione sarà costituito dalle seguenti fasi:

1. Creazione delle istanze. Ciascuna istanza è definita in termini di numero di pacchi, per ciascuno dei quali sono note le informazioni riguardanti il tipo di pacco ed il volume, come verrà successivamente descritto.

2. Creazione di un set di 30 realizzazioni R. Viene dunque creata una realizzazione per ciascun giorno del mese, contenente lo stesso numero di consegne e caratteristiche, ma differenti destinazioni. In particolare, sono identificate delle destinazioni localizzate nelle zone centrale e semi-centrale di Torino illustrate in Figura 2. Tali zone sono state identificate, come le aree su cui l'utilizzo della piattaforma URBeLOG potrebbe maggiormente impattare in modo

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

positivo, data la presenza di diverse tipologie di ZTL. Inoltre, la zona centrale di Torino è quella su cui avviene la sperimentazione.

Per ciascuna consegna da effettuare, note le sue coordinate, si individua nel grafo logico della città, il nodo che presenta la posizione rilevata dal *Geographic Information System* (GIS) più vicina e la si assegna ad esso. La distanza tra la posizione GIS della destinazione ed il nodo logico è calcolata attraverso la *distanza Manhattan* anche nota come Geometria del Taxi.

3. Costruzione del Problema di Routing. Per ciascuna realizzazione  $r \in R$  viene generato un Vehicle Routing Problem (VRP) valutato a seconda dello scenario operativo. In particolare, il simulatore integra un algoritmo di ottimizzazione che minimizza il costo della consegna e calcola le rotte per le flotte di veicoli. Tale algoritmo di ottimizzazione è basato sull'euristica *Unified Tabu Search Algorithm* (UTS) formulata da Cordeau e Laporte (2001) [1], applicato ad una variante del Multi-Depot Periodic Vehicle Routing Problem with Time Windows, così come elaborato da Lahrichi et al. (2015) [2].

L'algoritmo è un metodo euristico basato sulla tecnica del *Tabu Search* per la ricerca locale. Esso permettendo di esplorare soluzioni infeasible intermedie utilizzando una funzione obiettivo generalizzata contenente coefficienti self-adjusting e diversificazioni continue. Tale tecnica esplora, ad ogni iterazione, il vicinato  $N(s)$  della soluzione corrente  $s$  (es. lo spazio delle soluzioni raggiungibili da  $s$  mediante l'applicazione di una mossa). Dal momento che la soluzione attuale potrebbe deteriorarsi durante la ricerca, devono essere implementate delle regole di anti-cycling. Il compito di queste regole è di evitare che, una volta generata una soluzione peggiorante, l'algoritmo ritorni alla soluzione dell'iterazione precedente. Inoltre, meccanismi di diversificazione possono essere utilizzati per aiutare il processo di ricerca ad esplorare una vasta porzione dell'intero spazio di soluzioni.

Soluzioni di vicinato sono così ottenute muovendo un vertice dalla sua route ad un'altra, per mezzo della procedura generalizzata di inserimento basata sull'euristica GENI di Gendreau et al. (1992) [3].

Per maggiori dettagli sull'algoritmo di ottimizzazione del routing, si veda il deliverable D10.1.1-D10.1.2 - Metodi ed algoritmi per la riottimizzazione del routing [6].

4. Calcolo dei KPI e Aggregazione dei Dati. Date le soluzioni precedentemente ottenute, il modulo di aggregazione dei dati, georeferenzia le route utilizzando le API di Google Maps, ne calcola i rispettivi KPI individuali e della flotta di veicoli, valutando così le performance degli operatori logistici considerati. Inoltre, al fine di ottenere valori dei KPI in maniera più accurata, la durata di ciascuna route è calcolata utilizzando la distribuzione empirica dei tempi di viaggio durante il giorno, come presentato in Maggioni et al. (2014) [4].

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

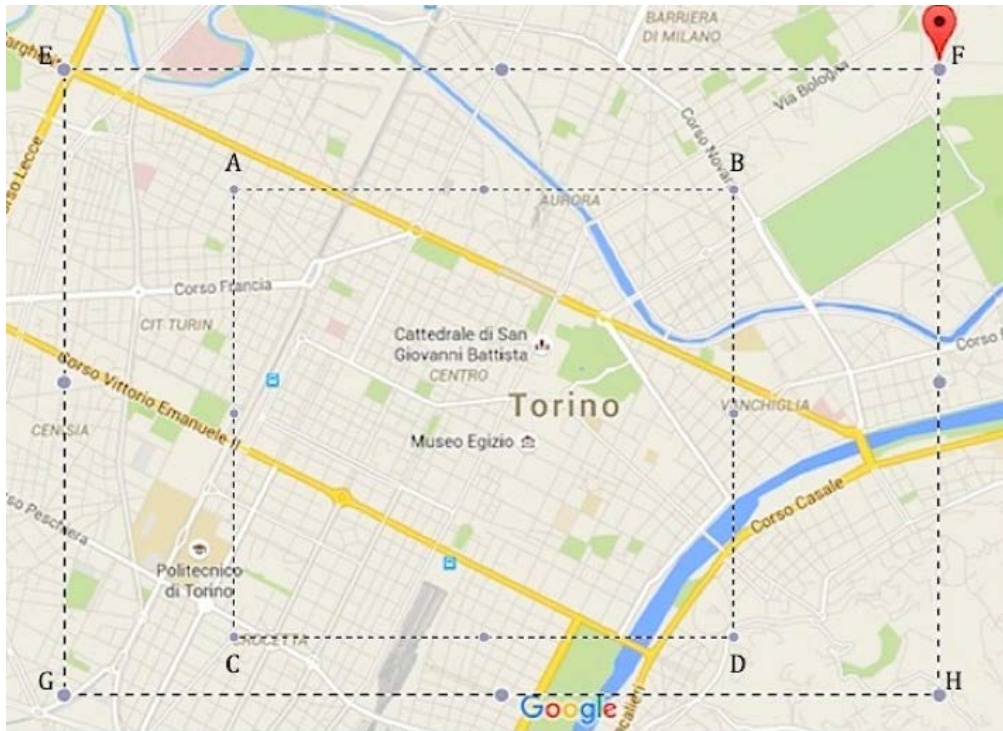


Figura 2 – Aree geografiche considerate nella simulazione

## 6.2 Dati di Input

Per condurre gli esperimenti, sono stati considerati tre diversi setting di dati denominati come I1, I2 ed I3 contenenti da 1000 a 4000 consegne. Tali setting sono stati generati da dati reali raccolti durante l'implementazione del progetto URBeLOG, durante le tre settimane a cavallo tra la fine del 2014 e l'inizio del 2015, nella città di Torino.

Per ciascun setting, sono state considerate 30 istanze, che come precedentemente menzionato, sono descritte in termini di numero di pacchi. Per ciascuna consegna sono note le informazioni:

- Tipologia di pacco e rispettivo peso e volume. In particolare, analogamente alla distinzione operata dalla Commissione Europea nel Green Paper [5], sono individuate le seguenti classi di pacchi:
  - *Mailer*. Comprende tutte le consegne con peso inferiore ai 3 kg
  - *Small Delivery*. Pacchi con peso compreso tra i 3 ed i 5 kg
  - *Large Delivery*. Pacchi con peso superiore ai 5 kg.

In generale, dai dati a disposizione emerge che in ciascuna istanza, più del 50% dei pacchi sono Mailer, localizzate nella zona centrale della città. Diversamente le Large Delivery



#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

rappresentano in media il 30% delle consegne, ma con destinazioni localizzate prevalentemente nella zona semi-centrale o suburbana, dove il corriere green non può operare.

- Destinazione, indicata con latitudine e longitudine.
- Time Window entro cui la consegna deve essere eseguita.

Si considerano inoltre i seguenti dati in input circa gli operatori logistici:

- Classi di pacchi. Il corriere tradizionale può trasportare e consegnare tutte le classi di pacchi precedentemente illustrate, mentre il corriere green solo i Mailer e le Small Delivery, per via delle limitazioni di carico del proprio veicolo.
- Velocità. Nella meta euristica, la funzione di costo considera i tempi di viaggio. Per tale ragione, sono stati considerati per i veicoli tradizionali una velocità pari a 20 km/h in centro città, zona generalmente affetta da traffico e congestione, e pari a 35 km/h nella zona semi-centrale. Diversamente la velocità dei biker per il corriere green è di 20 km/h, senza distinzione di area, per la maggiore capacità del mezzo di svincolarsi dal traffico cittadino e limitazioni stradali.
- Tempi di Servizio. Il tempo di servizio per l'operatore tradizionale, è di circa 4 minuti in caso di Large Delivery, e 3 minuti per le restanti classi, considerando il tempo necessario per la sosta del veicolo e le operazioni di consegna. Diversamente il corriere green può beneficiare della facilità di parcheggio, ottenendo dei tempi di servizio più ridotti e pari a 2 minuti.
- Capacità. Il veicolo tradizionale ha una capacità di 700 kg, mentre per il corriere green si considera 70 kg di cui 20 kg nella "messenger bag" e 50 kg nel cassone della bici.

Sono state inoltre formulate le seguenti assunzioni, al fine di considerare dei test il più possibile accurati e conformi alla realtà operativa degli operatori logistici:

- i pacchi sono disponibili nel deposito del corriere all'inizio della giornata lavorativa;
- il deposito/centro di distribuzione del corriere tradizionale è localizzato appena fuori la città, mentre un deposito secondario è localizzato in centro città per agevolare le operazioni di carico/scarico merci per gli operatori logistici che utilizzano la cargo bike;
- tutte le consegne considerate sono destinate nelle aree urbane
- per semplicità si ipotizza che non sussistano problemi di non disponibilità dei veicoli.

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Per ciascuna istanza, sono stati definiti i seguenti 5 scenari operativi (riepilogati nella Tabella sottostante), combinando le due aree geografiche e le classi di pacchi considerate:

- *Scenario S\_0*. Il corriere tradizionale effettua tutte le consegne in entrambe le zone considerate.
- *Scenario S\_3\_C*. Il corriere green consegna i pacchi con peso < 3 kg (Mailer) nella zona centrale, lasciando tutte le rimanenti consegne al corriere tradizionale.
- *Scenario S\_3\_S*. Il corriere green consegna i pacchi con peso < 3 kg (Mailer) nella zona centrale e semi-centrale di Torino, lasciando tutte le rimanenti consegne al corriere tradizionale.
- *Scenario S\_3\_C*. Il corriere green consegna i pacchi con peso < 5 kg (Mailer e Small Delivery) nella zona centrale, lasciando tutte le rimanenti consegne al corriere tradizionale.
- *Scenario S\_3\_S*. Il corriere green consegna i pacchi con peso < 5 kg (Mailer e Small Delivery) nella zona centrale e semicentrale, lasciando tutte le rimanenti consegne al corriere tradizionale.

#### Scenari operativi

<b>Scenario S_0</b>		
	<i>Centro</i>	<i>Semi-centro</i>
<i>Mailer</i>	Van	Van
<i>Small Delivery</i>	Van	Van
<i>Large Delivery</i>	Van	Van
<b>Scenario S_3_C</b>		
	<i>Centro</i>	<i>Semi-centro</i>
<i>Mailer</i>	Cargo Bike	Van
<i>Small Delivery</i>	Van	Van
<i>Large Delivery</i>	Van	Van
<b>Scenario S_3_S</b>		
	<i>Centro</i>	<i>Semi-centro</i>
<i>Mailer</i>	Cargo Bike	Cargo Bike
<i>Small Delivery</i>	Van	Van
<i>Large Delivery</i>	Van	Van
<b>Scenario S_5_C</b>		
	<i>Centro</i>	<i>Semi-centro</i>
<i>Mailer</i>	Cargo Bike	Van

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

<i>Small Delivery</i>	Cargo Bike	Van
<i>Large Delivery</i>	Van	Van
<b>Scenario S_5_S</b>		
	<i>Centro</i>	<i>Semi-centro</i>
<i>Mailer</i>	Cargo Bike	Cargo Bike
<i>Small Delivery</i>	Cargo Bike	Cargo Bike
<i>Large Delivery</i>	Van	Van

### 6.3 Key Performance Indicator (KPI)

Per quantificare gli effetti del sistema messo a punto nel corso del progetto URBeLOG, sulla mobilità urbana, sulle scelte comportamentali e sull'efficienza dell'integrazione dei diversi operatori del trasporto, sono necessari KPI definiti ad hoc e che alimentano un sistema di supporto alle decisioni per le pubbliche amministrazioni ed operatori logistici.

In particolare, sono stati definiti tre KPI:

- Numero di Veicoli Equivalenti (nVEq). Al fine di poter comparare le performance dei due corrieri, date le differenze dei due veicoli, abbiamo effettuato una conversione tra bici e van, considerando un turno di lavoro a tempo pieno del corriere tradizionale pari a 6 ore e mezza, secondo la normativa europea. In particolare, è stato calcolato il numero di veicoli equivalenti come la somma del tempo lavorativo per ciascun biker  $t_b$ , diviso il numero di ore in un turno lavorativo del driver del corriere tradizionale  $h_d$ .

$$nVEq = \frac{\sum t_b}{h_d}$$

- Numero di consegne per ora (nC/h). Tipicamente l'efficienza di un corriere viene misurata in termini di consegne effettuate in un'ora lavorativa.
- Riduzione di CO2 (CO2Sav). Questo KPI misura i kilogrammi di CO2 risparmiati in caso di utilizzo di veicoli ecologici combinati all'ottimizzazione dei percorsi.

### 6.4 Risultati

Nelle sezioni seguenti verranno discussi i risultati ottenuti dalla simulazione Monte Carlo condotta. Particolare riferimento sarà posto alle valutazioni dell'efficienza operativa ed economica degli attori coinvolti in caso di gestione di flotta interna od esterna, e dell'impatto ambientale che

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

l'ottimizzazione del routing delle flotte previsto dagli algoritmi integrati nella piattaforma URBeLOG, combinati con l'utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale possano generare sul sistema.

### 6.4.1 Efficienza operativa

Gli istogrammi nelle Figure 3 e 4 illustrano i risultati dei KPI ottenuti dalla simulazione per ciascuna istanza e scenario, e relativi alle efficienze operative dei due attori coinvolti: il corriere logistico tradizionale ed il corriere di cycle-logistics.

Tali dati sono espressi in termini percentuali rispetto allo scenario benchmark S\_0.

Per maggiore chiarezza, si riportano inoltre in Tabella 2 i valori medi dei risultati ottenuti dalle 30 rappresentazioni.

Considerando le performance del corriere logistico tradizionale, la simulazione ha evidenziato che, benché il numero di veicoli equivalenti si riduca del 50%, vi è una perdita di efficienza ed una maggiore rapidità nella saturazione della capacità dei veicoli. Infatti, come evidenziato in Figura 3, negli scenari in cui il corriere logistico tradizionale consegna solo i pacchi di dimensioni elevate, superiori ai 5 kg e generalmente più difficili da maneggiare, vi è un incremento dei tempi di servizio necessari per effettuare le operazioni di consegna. Questo fattore, combinato alla maggiore saturazione dei veicoli per le elevate dimensioni del collettame, implica una riduzione del numero di consegne effettuate in un singolo giro e dunque una riduzione dell'efficienza, qui espressa in termini di nC/h. La Figura 3 evidenzia come il corriere che utilizza veicolo tradizionale perda rispettivamente più del 15% e del 30% di efficienza esternalizzando le consegne di pacchi con peso inferiore a 3 kg ed inferiore ai 5 kg al corriere di cycle-logistics.

Un altro risultato importante, evidenzia come l'area di servizio impatti solo sulle performance del corriere di cycle-logistics. Infatti, la Figura 4 mostra come, nello scenario S\_5\_S, ovvero quando il corriere di cycle-logistics estende il proprio servizio di consegna dei pacchi con peso inferiore a 5 kg (Mailer e Small Delivery) sia in centro che nel semi-centro di Torino, si rilevi una riduzione della sua efficienza, in termini di nC/h. In tale scenario, si rileva anche la perdita di efficienza massima per il corriere logistico tradizionale pari a circa il 34%, non compensato dal risparmio di costi (operativi e sociali) generati dall'esternalizzazione, pari al 29%.

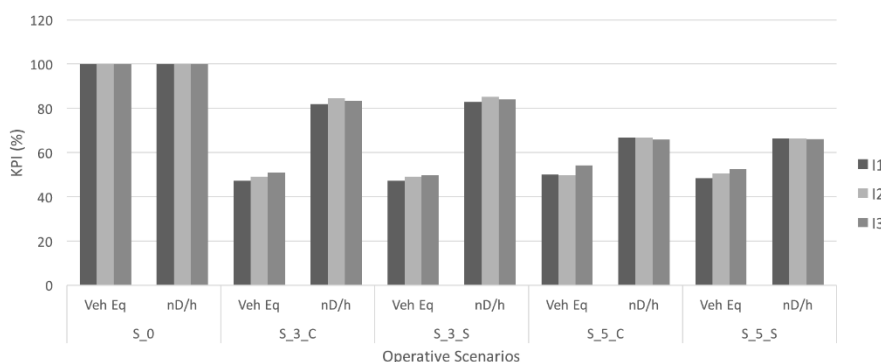


Figura 3 – KPI relativi al corriere logistico tradizionale



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

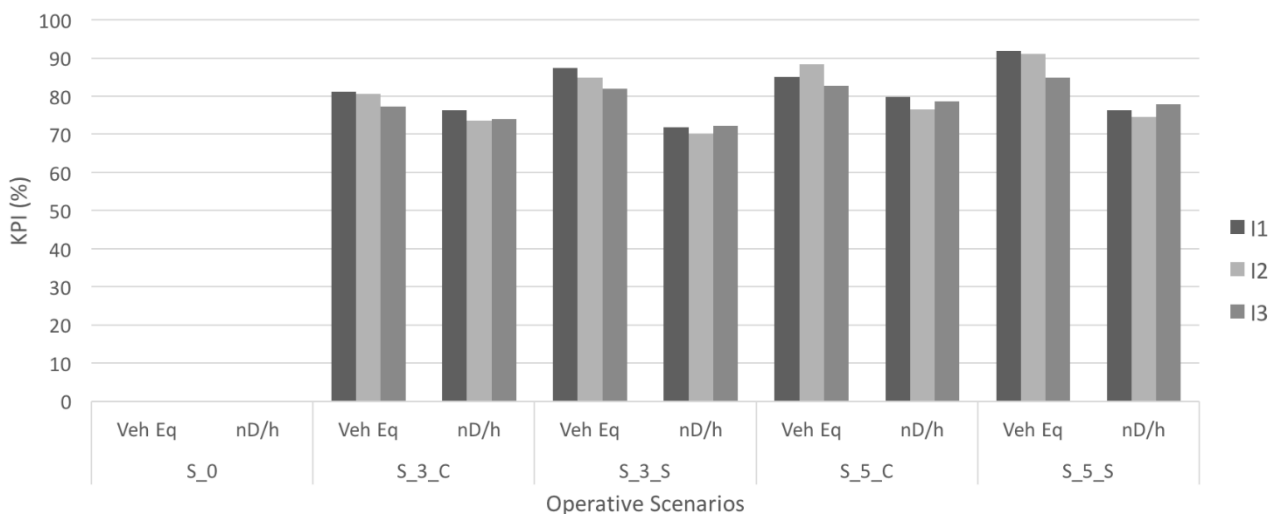


Figura 4 – KPI relativi al corriere di cycle-logistics

Tabella 2 – Risultati della simulazione Monte Carlo.

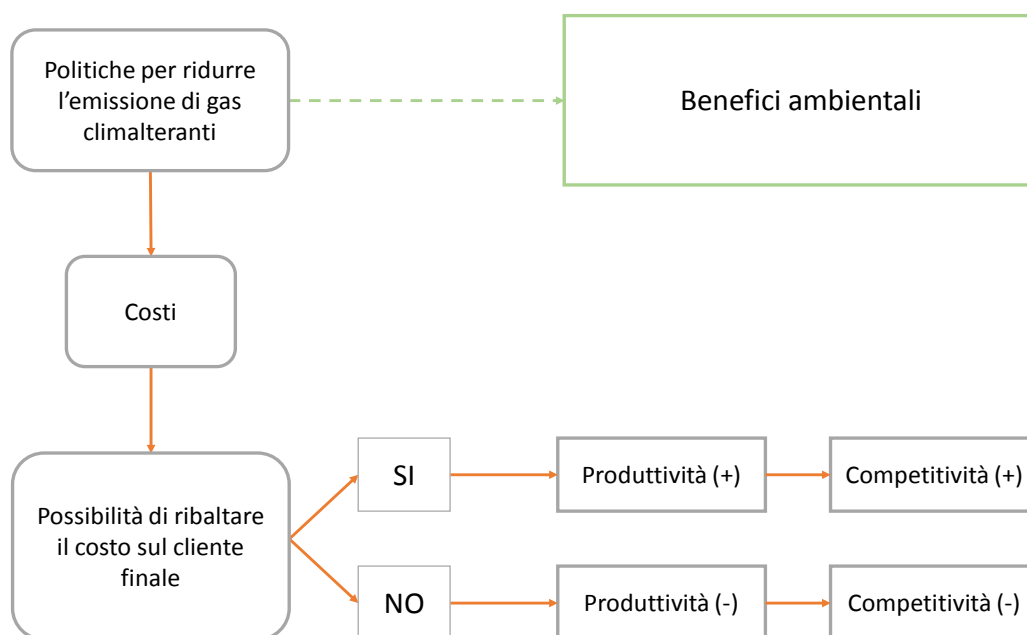
Nota: Non sono riportati valori nello scenario S\_0 per il corriere di cycle-logistics, in quanto esso non opera in tale scenario.

Istanze	nC/h					nVEq				
	<i>Corriere Logistico Tradizionale</i>									
	S_0	S_3_C	S_3_S	S_5_C	S_5_S	S_0	S_3_C	S_3_S	S_5_C	S_5_S
<b>I1</b>	15,65	12,82	12,98	10,44	10,38	7,49	2,16	3,53	2,28	3,62
<b>I2</b>	16,18	13,79	13,77	10,92	10,73	9,89	3,03	4,96	3,07	4,98
<b>I3</b>	15,47	13,29	13,01	10,50	10,21	8,40	2,54	4,18	2,70	4,41
<i>Corriere di Cycle-Logistics</i>										
	S_0	S_3_C	S_3_S	S_5_C	S_5_S	S_0	S_3_C	S_3_S	S_5_C	S_5_S
<b>I1</b>	NA	11,94	11,24	12,47	11,94	NA	3,70	6,55	3,88	6,88
<b>I2</b>	NA	12,03	11,36	12,51	12,06	NA	4,96	8,39	5,45	9,02
<b>I3</b>	NA	11,82	11,16	12,56	12,04	NA	3,85	6,89	4,12	7,14

## 6 ANNEX 1: CONSIDERAZIONI GENERALI SULL'INDUSTRIA DELLA LOGISTICA

Le industrie della logistica si sviluppano essenzialmente su basi geo-economiche; è su dati legati ai costi di produzione, sulla domanda e sulle infrastrutture a disposizione che esse sviluppano piani di investimento e di ottimizzazione per la gestione delle operazioni (Boudoin, Morel, & Gardat, 2014). La letteratura economica annovera tra i fallimenti del mercato, tipico esempio di esternalità negativa, l'inquinamento. Anche qualora, infatti, si ipotizzi una struttura di mercato che tende alla concorrenza perfetta, l'impresa che produce diseconomie esterne, se attenta a massimizzare il proprio profitto, avrà tutto l'interesse a spingere la sua attività ad un livello oltre quello ottimale dal punto di vista sociale, riversando gli svantaggi sulla collettività che ne subisce l'onere, senza che quest'ultima ne riceva una compensazione almeno pari al costo sociale sostenuto. Il più delle volte tali effetti non trovano un correttivo sufficiente ed efficiente nel meccanismo del mercato, né tanto meno nel sistema dei prezzi, non sempre in grado di sanare da sé questa circostanza. Piuttosto, per evitare the tragedy of the common, sono forme di intervento pubblico, dalle tasse, ai sussidi, alle autorizzazioni, quelle utilizzate a riequilibrare, con effetti sui prezzi relativi, queste divergenze tra costi privati e costi sociali.

Figura 1 Vincoli e opportunità di breve periodo

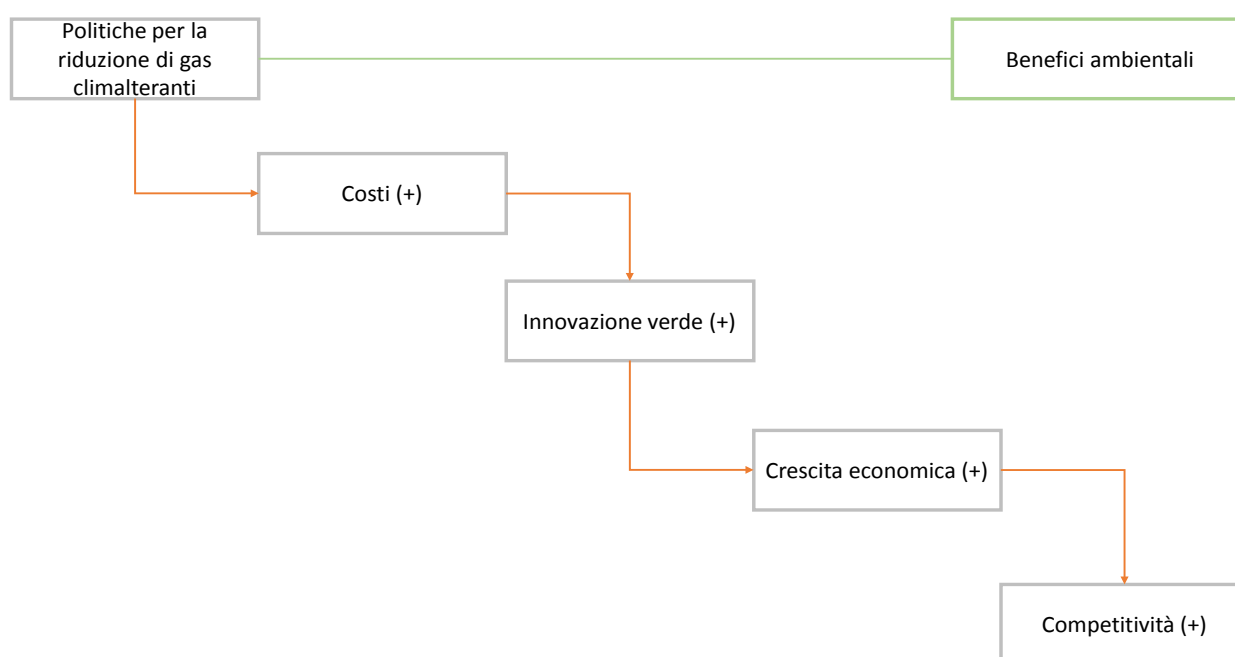


Fonte: (Morelli & Mileo, 2013)

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

È naturale, quindi, che negli anni il dibattito accademico e politico su questo tema sia straordinariamente cresciuto nel tentativo di superare il dilemma di come trattare il presunto trade-off tra regolazione ambientale e competitività.

Figura 2: Vincoli e opportunità di lungo periodo



Fonte: (Morelli & Mileo, 2013)

Le considerazioni proposte sono sulla natura del nesso causale tra regolazione ambientale e competitività con una particolare attenzione, da un lato, al ruolo delle numerose variabili che tali legami chiamano in causa a livello micro e macroeconomico e, dall'altro, ai diversi effetti che emergono qualora si adottino alternativamente un orizzonte temporale di breve o di lungo periodo. Molteplici sono infatti le modalità e i canali con cui un provvedimento a tutela dell'ambiente può influenzare la posizione competitiva di un'impresa e la sua performance, la struttura del mercato in cui opera e, non ultimo, la sua stessa condotta. Si delineano due approcci: secondo il primo la regolazione ambientale si palesa come una minaccia concreta alla competitività di un'impresa o di un settore (approccio convenzionale). A questo si contrappone un altro approccio che considera la regolazione ambientale come un mezzo per indurre l'impresa ad innovare e ad investire in tecnologie superiori dal punto di vista ambientale senza intaccare o migliorandone la competitività.

### **D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

Simili letture conducono a esiti profondamente diversi e per questo molto più difficilmente sono uno strumento di pieno supporto alle scelte regolatorie dei policy maker. Ciò significa anche stabilire obiettivi ambientali che siano proporzionali alle possibilità di intervento delle imprese nel tempo e, come tali, equamente distribuiti anche in relazione al danno ambientale generato. In effetti, di fronte ad un quadro regolatorio adeguato e a risorse abbondanti, la determinazione di un obiettivo ambientale indurrà con molta probabilità l'impresa ad innovare. In un arco temporale più ampio i rendimenti degli investimenti divengono più visibili e gli obiettivi di riduzione, per quanto di alto profilo, sono più facilmente perseguibili. Se si pongono, invece, traguardi elevati nel breve, è evidente che l'innovazione non potrà correre in aiuto; politiche ambientali ambiziose e di breve periodo non pagano sotto il profilo della crescita e della competitività. Come suggerisce lo stesso Porter, per guidare questo processo di cambiamento dal lato della produzione, risulta cruciale, quindi, una regolazione per il lungo periodo che preveda la fissazione, la verifica e l'eventuale aggiustamento di obiettivi intermedi, con meccanismi quanto più prevedibili possibile al fine di non scoraggiare gli investimenti.

Il grafico di sotto mette in relazione le principali caratteristiche dell'offerta in ambito di trasporto merci in aree urbane. Si nota come il trasporto in conto proprio sia, come prevedibile, il metodo con minori risultati in termini di impatti sociali; il load factor non è superiore alla media, non è in grado di ottimizzare i percorsi e non dispone di tecnologie volte alla miglioramento e monitoraggio del processo; tuttavia condivide alcuni dei vantaggi delle microimprese quali flessibilità organizzativa.

Figura 3: caratteristiche dell'offerta

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

	<b>Ottimizzazione dei percorsi</b>	<b>Fattore di carico</b>	<b>Consegna ore definite</b>
Alta	Corrieri espressi		Corrieri espressi
media	Trasportatori in conto terzi - imprese logistica	Corrieri espressi Trasportatori in conto terzi - imprese logistica	
Bassa	Trasportatori in conto terzi - imprese marginali Trasportatori in conto proprio	Trasportatori in conto terzi - imprese marginali Trasportatori in conto proprio	Trasportatori conto terzi - logistica Trasportatori in conto terzi – marginali  Trasportatori in conto proprio
	<b>Tecnologie monitoraggio processi</b>	<b>Consolidamento spedizioni</b>	<b>WTP</b>
Alta	Corrieri espressi	Corrieri espressi	
media	Trasportatori in conto terzi - imprese logistica	Trasportatori in conto terzi - imprese logistica	Corrieri espressi Trasportatori in conto terzi - imprese logistica
Bassa	Trasportatori in conto terzi - imprese marginali Trasportatori in conto proprio	Trasportatori in conto terzi - imprese marginali  Trasportatori in conto proprio	Trasportatori in conto terzi - imprese marginali Trasportatori in conto proprio
	Intensità/capacità produttiva	Intensità/capacità produttiva	Intensità/capacità produttiva

Fonte: adattato da (ASTRID, 2012)

Il trasporto in conto terzi si differenzia per l'integrazione e prossimità e al fatto che siano strutturate o meno. Secondo il rapporto, nel caso di imprese non strutturate e di tipo familiare la capacità ed efficienza produttiva può essere paragonata ai trasportatori in conto proprio (ASTRID, 2012). Invece gli operatori di logistica adottano tecniche più efficienti, sono in grado di ottimizzare i percorsi, generalmente massimizzano il carico e consegnano le merci in finestre temporali e, inoltre, dispongono di tecnologie volte al monitoraggio del processo. Infine i corriere espressi rappresentano, il modello più efficiente. Il modello di business è volto all'ottimizzazione dei percorsi, al load factor e al consolidamento delle spedizioni anche grazie alle tecnologie a supporto del processo di consegna di cui dispongono.

## 6.2 Struttura del mercato della logistica

I ricavi delle vendite rappresentano un indicatore per il monitoraggio del livello di concentrazione di un mercato composto da imprese omogenee (in questo caso la categoria merceologica di

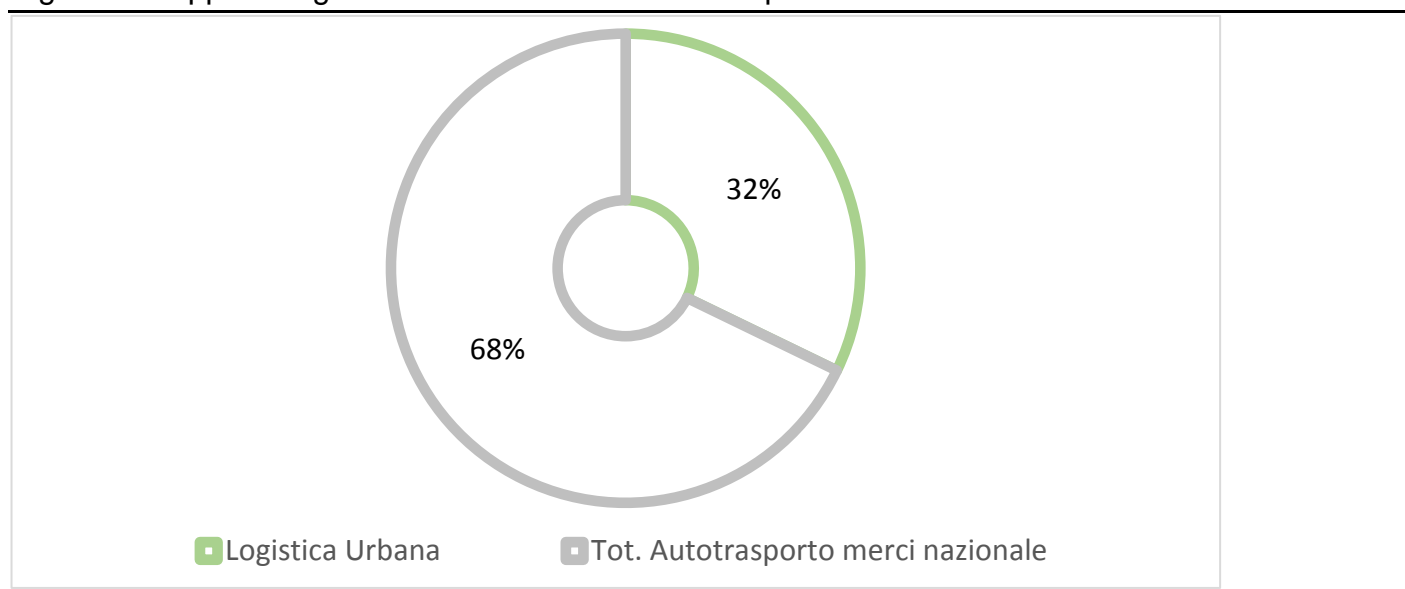
### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

riferimento); di seguito viene data una rappresentazione del grado di concentrazione in base all'oggetto di analisi preso in esame, ovvero i ricavi delle vendite come risultato delle attività caratteristiche. La concentrazione, dato un campione di n unità, interpreta il grado di disuguaglianza nella distribuzione di una variabile quantitativa tra le n unità.

Secondo quanto sottolineato dal centro studi dell'ACI, indagini realizzate in Italia ed in Europa dicono che l'incidenza dei veicoli commerciali sul traffico urbano complessivo si aggira intorno al 10-15%, mentre per quanto riguarda l'ingombro a terra l'incidenza percentuale vola addirittura al 20-25% in termini di autovetture equivalenti. "Valori insostenibili per garantire accettabili standard di vivibilità delle città europee, teatro negli ultimi dieci anni di una progressiva crescita della domanda di mobilità individuale e non-sistematica. Una situazione che si ripercuote negativamente sullo stesso settore della distribuzione urbana delle merci, accentuandone inefficienze e costi, e, resa ancora più critica, soprattutto in Italia, dalla vetustà e dalla peculiare struttura urbanistica della maggior parte dei centri storici

Il prodotto annuo del segmento della logistica locale/urbana corrisponde a circa EUR 28 miliardi, ovvero circa un terzo degli EUR 86 miliardi attribuibile all'intero settore dell'autotrasporto. L'industria è frammentata tanto per dimensione delle attività quanto per il modello gestionale.

Figura 4: Rapporto logistica urbana vs totale autotrasporto merci



Fonte: elaborazione propria su dati Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

La tabella sottostante mette in relazione alcuni variabili economiche con altre di produttività industriale del settore della logistica urbana/locale confrontandola con totale del settore

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

dell'autotrasporto merci. Si nota che la produzione corrispondente al trasporto urbano è pari al 23% circa del totale a fronte del di quasi il 50% di tonnellate trasportate.

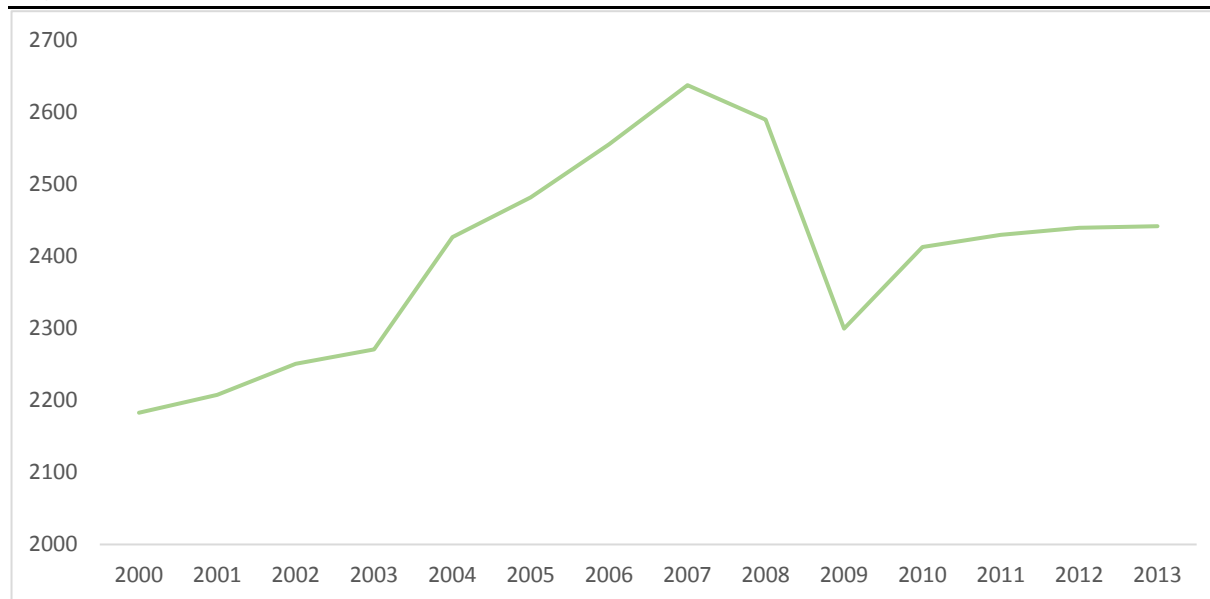
Tabella 1: Alcuni dati economici e industriali

	Logistica urbana	Tot. Autorasporto merci	Rapporto Log. urbana/ Tot. autotrasporto merci
<b>Miliardi EUR</b>	28	87	0,32
<b>Miliardi tonnellate</b>	0,607	1,241	0,49
<b>Miliardi Tonn./km</b>	12,5	173,7	0,07
<b>EUR per tonnellata</b>	46,13	70,10	0,66
<b>EUR per tonn./km</b>	2,24	0,50	4,47

Fonte: elaborazione propria su dati MIT (2012)

Il trasporto urbano rappresenta circa il 7% del totale in riferimento ai miliardi di tonnellate per km. La produttività, EUR per tonnellata trasportata è pari al 6% rispetto al valore nazionale mentre se si considerano gli EUR per tonnellata/km il dato si ribalta essendo 4,5 volte superiore.

Figura 5: Stima del traffico merci nei Paesi EU27 (volume in mldt/km, perioro 2000-2011)



Fonte: Eurostat

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

Nella tabella sottostante vengono invece analizzati in modo dettagliato 3 anni: 2007, 2009 e 2010 presentando però anche la distinzione tra le diverse modalità di trasporto e le variazioni registrate.

Un confronto tra i 5 principali Paesi europei quali Spagna, Italia, UK, Francia e Germania, mette in evidenza che la strada rappresenta la modalità principale del trasporto nazionale ed internazionale ed in modo particolare l'Italia è seconda solo dopo la Spagna che ha una percentuale del trasporto su gomma pari al 92,4%.

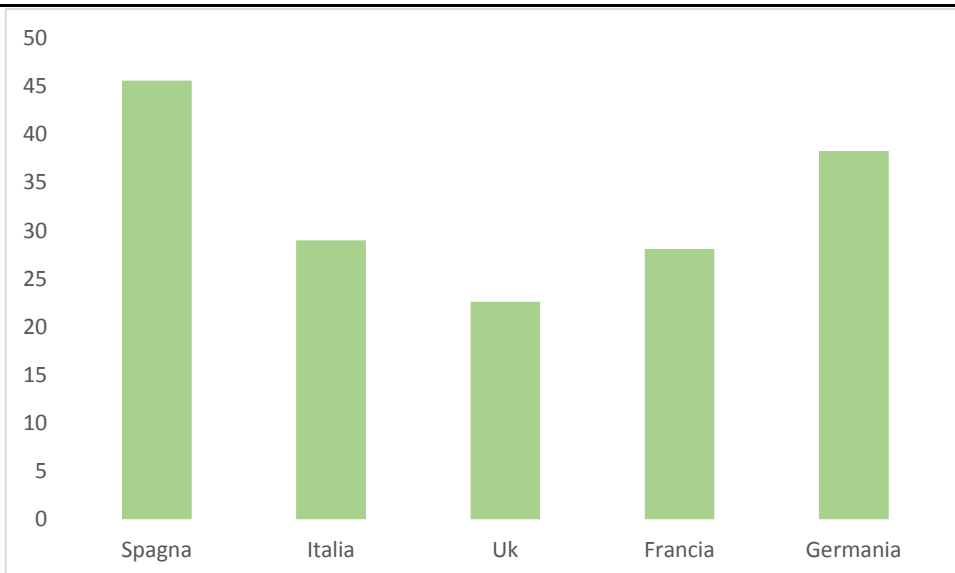
Tabella 2: Traffico merci nazionale e internazionale nei maggiori Paesi europei

	Spagna	Italia	UK	Francia	Germania
<b>Strada</b>	92,4	85,5	83,5	76,1	62,7
<b>Ferrovia</b>	4,0	9,0	10,6	12,5	21,5

Fonte: Eurostat 2012, p.14

Altro dato rilevante ai fini del congestionamento urbano è il rapporto fra mld t/km per 10.000 abitanti; con riferimento a tale indicatore il volume di traffico merci più consistenti si rileva in Lussemburgo con 171,5 milioni di t/km per 10.000 abitanti seguito poi dalla Slovenia, Lituania, Polonia. Nel nostro Paese, nel 2010 il traffico merci su strada in rapporto alla popolazione risulta pari a 29 milioni di t/km per 10.000 abitanti.

Figura 6: Trasporto merci su strada nei Paesi UE27 (mld di t/km per 10.000 abitanti, anno 2010)



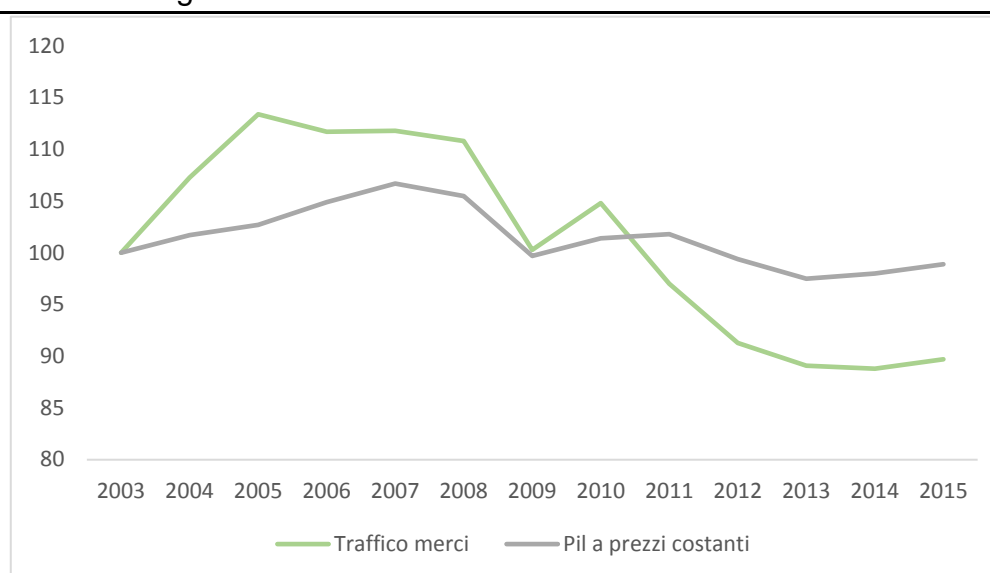
Fonte: EUROSTAT



#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

In Italia l'85% delle merci viaggia su gomma; negli ultimi quindici anni tale settore ha però avuto un'evoluzione piatta in contrasto con altri principali Paesi europei e di quelli di più recente ingresso nell'Unione Europea che stanno marciando a ritmi incalzanti. Il legame fra logistica e produttività è stato considerato in numerosi studi che ne sottolineano la relazione. È chiaro che l'accessibilità dei territori sia una di quelle variabili di contesto che contribuiscono positivamente alla crescita della produttività totale dei fattori e quindi del prodotto lordo e dei redditi.

Figura7: Relazione Pil - logistica



Fonte: Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti

Una logistica inefficiente può quindi avere notevoli ripercussioni sulla produttività a livello di costi rendendo difficoltosi anche i rapporti all'interno della filiera commerciale e creando disagi a livello organizzativo legati alla mancanza di certezza ed efficacia lungo tutta la filiera logistica. Non è quindi solo una questione di dotazione di infrastrutture, ma di modelli di business che permettano una gestione efficiente ed efficace della logistica di ultimo miglio contestuale alle peculiarità e bisogni del singolo contesto urbano. I riflessi sulla capacità attrattiva della città, sulla qualità dei servizi, commerciali e non, che sa garantire e sul turismo sono facilmente immaginabili. Si stima (CNEL, 2010) che il conto nazionale della congestione del traffico prodotta dal traffico merci sia calcolabile in 14 miliardi di euro l'anno; per Confetra i costi di trasporto rappresentano il 25% del prezzo finale del trasporto. In Italia i costi di logistica e trasporto sono superiori di circa l'11% rispetto ai costi media europei; una logistica inefficiente ostacola anche la produttività perché allunga i tempi di consegna e rende più complessi i rapporti di fornitura e sub-fornitura tra imprese e l'integrazione a valle con la filiera della distribuzione commerciale; l'inefficienza logistica del nostro Paese raggiunge i 40 miliardi di euro; una vera e propria falla nel sistema economico e produttivo italiano.

#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Sulla base della relazione tra logistica efficiente e produttività, a partire dal 2007 la World Bank ha costruito un indice denominato LPI (Logistics Performance Index) che monitora l'efficienza logistica di 155 Paesi; l'indice è costruito considerando numerosi indicatori riconducibili a 6 aree: efficienza delle dogane, qualità delle infrastrutture di trasporto e ICT, capacità di organizzare spedizioni competitive in termini di prezzo, competenza e qualità dell'industria logistica locale, tracciabilità delle spedizioni, frequenza con la quale le spedizioni raggiungono il destinatario entro i tempi originariamente previsti.

Tabella 3: Logistics Performance Index

	Singapore	Finlandia	Germania	Olanda	Francia	Spagna	Belgio	UK	USA	Italia
<b>LPI Rank</b>	1	3	4	5	12	20	7	10	9	24
<b>Efficienza delle dogane</b>	1	2	6	7	14	24	8	10	13	27
<b>Infrastrutture</b>	2	6	1	3	14	23	8	15	4	24
<b>Competitività di prezzo</b>	2	4	11	3	6	10	5	13	17	19
<b>Competenza e qualità</b>	6	1	4	7	14	19	8	11	10	22
<b>Tracciabilità</b>	6	1	7	2	11	23	8	10	3	20
<b>Rispetto dei tempi di consegna</b>	1	13	2	12	21	23	9	10	6	18

Posizionamento nella classifica mondiale, ANFIA su dati World Bank 2012

L'indice LPI colloca l'Italia al 24° posto nel mondo dietro a tutte le maggiori concorrenti europee per performance logistica; questa bassa collocazione in classifica che come possiamo notare è dovuta ad una carenza in quasi tutte le aree interessate dallo studio e non solo ad una in particolare, costa all'Italia 40 miliardi e pesa sulla competitività del nostro Paese e costituendo uno dei motivi principali della bassa crescita economica degli ultimi 10 anni.

Un importante aspetto da considerare è il rapporto il trasporto delle merci in entrata e uscita dal centro urbano e la sicurezza stradale, sia in termini di incidentalità che di utilizzo di zone promiscue alle quali accedono altri mezzi o gli stessi cittadini. Come è facile intuire un maggior traffico causa inevitabilmente un numero maggiore di incidenti ma tale situazione è solo parzialmente riconducibile

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

alla logistica essendo il traffico composto sia da mezzi commerciali ma anche da autoveicoli e mezzi pesanti. A livello statistico si può infatti ricordare che nel 2011 sono stati coinvolti in incidenti stradali 386.654 veicoli di cui solo 25.498 erano veicoli adibiti al trasporto merci, pari al 6.6% del totale. Il riflesso della logistica sulla sicurezza stradale è sovente riconducibile a fattori quali: l'assenza di piazzole di carico/scarico con conseguente sosta in doppia fila, l'utilizzo dei mezzi obsoleti molte volte soggetti a guasti, la necessità di muoversi all'interno di zone molte volte destinate ai pedoni e per loro pensate. Ciò comporta indubbiamente un tasso d'inquinamento, derivante dall'utilizzo di tali mezzi, molto elevato e che, nel caso degli ultimi anni, ha comportato l'adozione da parte della Pubblica Amministrazione di provvedimenti volti al controllo e alla diminuzione di tale indice quali per esempio il blocco del traffico domenicale.

Tabella 4: Italia parco veicoli commerciali  $\leq 3.5$  t. per alimentazione

Alimentazione	Quota %
<b>Benzina</b>	0,44
<b>Benzina/gas</b>	0,07
<b>Benzina/metano</b>	0,1
<b>Elettricità</b>	$\approx 0$
<b>Gasolio</b>	99,4
<b>Non identificato</b>	0,01
<b>Totale</b>	100

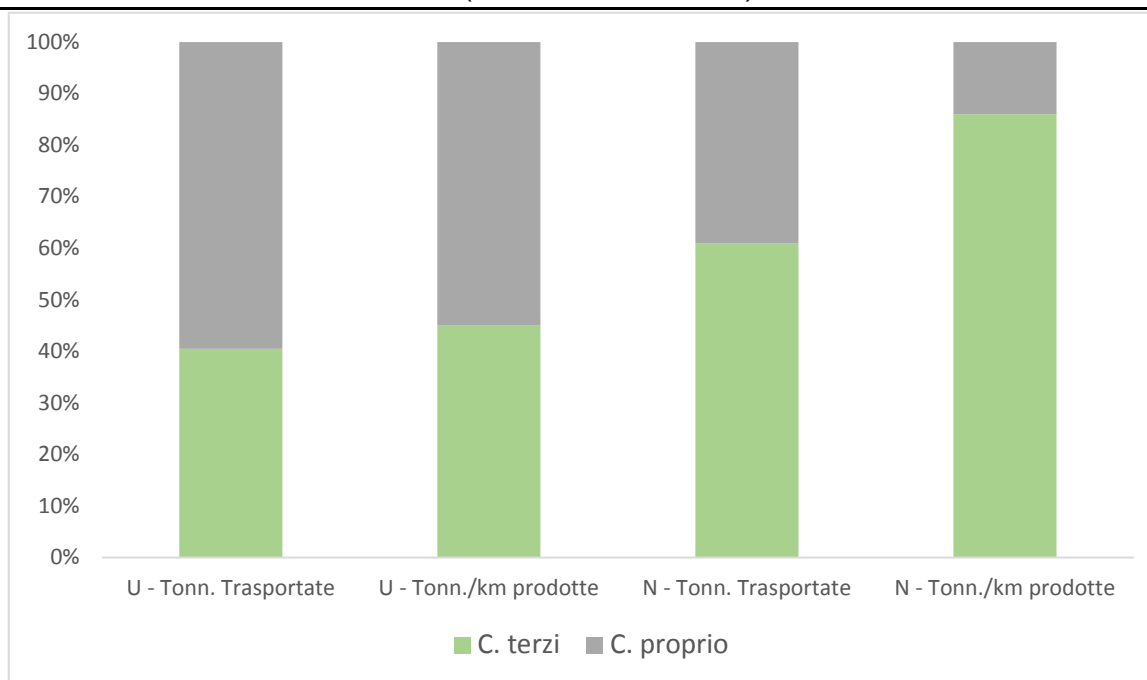
Fonte: ACI - Trasporto su strada ANFIA

La crisi economica, la forte pressione fiscale sulle imprese e l'attuale contesto di mercato confermano la propensione delle imprese a mantenere i propri veicoli commerciali/industriali per più tempo con conseguente invecchiamento della flotta; molti dei mezzi che circolano sulla strada sono ormai obsoleti, il 43% degli autocarri leggeri merci ( $\leq 3.5$  tonn.) rientra nelle normative precedenti ad Euro 3, il 70% ad Euro 4.

La struttura dei servizi di trasporto evidenzia ancora un'elevata presenza del conto proprio, con un parco veicoli più vecchio e più inquinante. Il conto terzi, che a livello nazionale assorbe complessivamente circa il 61% delle tonnellate trasportate e l'86% delle tonn./km prodotte, in ambito urbano/locale scende, nell'ordine, al 40,5% ed al 45,1%, risultando le altre quote di pertinenza del conto proprio che quindi mostra di prevalere malgrado i caratteri di inefficienza ed inefficacia del trasporto non professionale. Si pone la necessità di un approfondimento delle soluzioni da adottare per il conto proprio (MIT, 2015). Al conto proprio è attribuibile una quota corrispondente a quasi l'87% del fatturato (23,9 miliardi) ed al conto terzi il residuo 13% (3,6 miliardi).

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

Figura 8: Un confronto su dati industriali (urbano – nazionale)



Fonte elaborazione propria su dati MIT (2015). U = Ambito urbano, N= livello nazionale

Il piano della logistica pubblicato dal Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti sottolinea anche che le principali criticità connesse alla distribuzione urbana delle merci, estendibili in larga misura a tutte le realtà urbane, derivano da frammentazione dimensionale dell'offerta commerciale nell'ambito urbano e conseguente frammentazione del sistema degli approvvigionamenti (costo economico), a questo si aggiunge la forte concentrazione spaziale e temporale delle attività di trasporto urbano di merci (costo economico), il basso livello di saturazione della capacità di carico dei veicoli adibiti al trasporto di cose in ambito urbano (costo economico e sociale), l'alta diffusione di soste non regolamentari dei veicoli commerciali impegnati nelle operazioni di presa o di consegna nel centro storico (costo sociale).

### Aspetti tecnici ed economici delle regolamentazioni all'accesso

In questa sezione presentiamo i principali aspetti tecnico economici per la determinazione delle tariffe (se previsti) per il funzionamento del sistema. La regolazione del Third Party Access (TPA di seguito) costituisce sicuramente il principale intervento di regolazione economica a cui fare riferimento. È infatti attraverso la determinazione di tariffe (se previste) per l'uso delle infrastrutture



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

(fisiche o virtuali) che sarà possibile favorire la sostenibilità di medio e lungo, la convenienza economica ad utilizzarle da parte degli operatori e l'ingresso di nuove imprese. I nuovi operatori dovranno disporre di una struttura tariffaria equa e non discriminatoria al fine di valutare in modo trasparente le reali possibilità di ingresso in concorrenza. Si cercherà inoltre di definire l'insieme di elementi che bisogna considerare nella definizione e nell'applicazione di un prezzo capace di assicurare un adeguato sviluppo concorrenziale e allo stesso tempo di garantire efficienza e sostenibilità a tutti i soggetti operanti all'interno di un dato sistema.

Uno degli obiettivi principali da perseguire nella definizione dei canoni di accesso è quello di promuovere ed assicurare un utilizzo efficiente della rete, ovvero una struttura di oneri di funzionamento (tariffe) rispettivamente in grado di: (a) garantire un uso efficiente dell'infrastruttura: i canoni d'accesso devono essere fissati ad un livello tale da evitare situazioni di utilizzo inefficiente dell'infrastruttura, (b) assicurare una gestione ottimale dell'infrastruttura: le tariffe dovrebbero favorire una gestione più accurata da parte del proprietario della rete, in modo da permettere a quest'ultimo di ridurre i costi derivanti da sprechi, errori e ritardi che danneggiano lo svolgimento dell'intera attività logistica; inoltre, i canoni dovrebbero favorire la copertura di una porzione dei costi totali d'infrastruttura, (c) promuovere l'efficienza in altri settori dell'industria (con particolare riferimento agli operatori logistici). I canoni dovrebbero essere fissati in modo da favorire l'attività degli operatori, privilegiando quelli efficienti e, diametralmente, penalizzando quelli inefficienti (a regime). Allo stesso tempo, è necessario garantire condizioni di stabilità e trasparenza nel tempo in modo da permettere ai singoli operatori di stilare dei programmi d'investimento che tengano conto anche del livello di trattamento fiscale che in futuro sarà in vigore all'interno del sistema. Un livello tariffario fondato sulla responsabilità di costo darebbe la possibilità di diminuire in modo significativo l'ammontare dei sussidi erogabili a favore delle attività di gestione dell'infrastruttura. Dal pagamento dei canoni infatti si potrebbero ricavare almeno in parte quelle risorse necessarie alla copertura di alcuni costi infrastrutturali, come quelli per la manutenzione e gli ammodernamenti del network.

L'equilibrio tra l'ammontare delle entrate derivanti dal pagamento dei canoni e gli obiettivi di policy in tema di copertura dei costi d'infrastruttura, rappresenta un importante elemento discriminante da tenere in considerazione nella definizione del metodo di calcolo delle tariffe.

A prescindere dal modello gestionale ottimale per scelto l'orizzonte temporale da prendere in considerazione è di lungo periodo, pertanto tutti i fattori produttivi vengono considerati come variabili. È negli anni infatti che i benefici in termini di riduzione di emissioni di gas climalteranti, inquinamento acustico, ma più in generale di benessere della comunità si manifestano. Per quanto riguarda la base per la stima dei costi, occorre valutare i costi disponendo delle seguenti informazioni

- Il costo iniziale di acquisizione dell'infrastruttura necessaria (comprensivo dei costi di installazione di beni strumentali accessori, es: colonnine di ricarica, segnaletica ecc...);
- Il trend di variazione del prezzo del bene nel tempo;
- La vita utile sulla quale sviluppare un piano di ammortamento;



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

- I costi operativi di gestione della piattaforma e relativi trend di variazione dei costi nel tempo;
- La capacità di utilizzo dell'asset e il fattore di riempimento massimo, necessari al calcolo del numero di asset da predisporre per un corretto dimensionamento (ovvero quante PSU, PCS predisporre).

Al crescere del *take-up*, ovvero dell'utilizzo della piattaforma, i costi tenderanno a diminuire determinando così un effetto circolare tra l'adozione dei servizi da parte degli utenti e i prezzi degli stessi. Per questo motivo è importante favorire l'utilizzo del servizio. Il gestore, negli anni, dovrà valutare un'equa remunerazione del capitale investito all'interno del processo di determinazione dei prezzi. Tale remunerazione consiste in un margine che consenta all'amministrazione locale di recuperare il costo opportunità del capitale impiegato.

Il metodo comunemente utilizzato per il calcolo del costo del capitale è il *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), ovvero il costo medio ponderato del capitale. Dal momento che le fonti di finanziamento di cui possono usufruire le imprese sono costituite sia dal capitale proprio, ovvero dal patrimonio netto, che dal capitale di debito, ovvero da tutti i finanziamenti accesi, il costo medio ponderato del capitale (WACC) è costituito dalla media ponderata del costo del capitale proprio e del costo del capitale di debito.

Il peso di ciascuna delle due fonti di finanziamento dipende dalla sua incidenza sul capitale totale investito. In particolare, indicando con  $D$  la quota del capitale di debito in percentuale sul totale del capitale investito e con  $E$  la quota del capitale proprio, o *equity*, si possono esprimere:

$$g = \frac{D}{D+E} \quad \text{e} \quad (1 - g) = \frac{E}{D+E}$$

in cui:  $g$  esprime il rapporto di indebitamento, detto *gearing ratio*,  $(1 - g)$  esprime invece l'incidenza del capitale proprio sulle fonti di finanziamento. A questo punto il WACC può essere ottenuto tramite la formula:

$$WACC = (1 - g)C_e + gC_d.$$

Il costo del capitale proprio corrisponde a  $C_e$  il mentre  $C_d$  rappresenta il costo del capitale di debito. Tale formula non tiene tuttavia conto degli effetti dell'imposizione fiscale sul rendimento del capitale. A tal fine bisognerebbe calcolare il *pre-tax* WACC, ovvero il rendimento sul capitale investito tale da remunerare i finanziatori, ma anche a ottemperare gli obblighi tributari. Di norma il *pre-tax* WACC si ottiene modificando la formula precedente come segue:

$$WACC_{pt} = (1 - g) \frac{C_e}{(1 - t)} + gC_d$$



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

in cui  $t$  corrisponde al valore dell'incidenza fiscale sul reddito dell'impresa<sup>2</sup>.

#### **Sostenibilità economico-finanziaria**

Nel processo di determinazione delle tariffe è necessario in via prioritaria considerare sul piano metodologico gli aspetti seguenti:

- A quale livello, date le condizioni prevalenti nel mercato (domanda e caratteristiche di offerta), potranno essere fissati le tariffe di accesso rendendo conveniente l'ingresso di nuovi operatori sul mercato;
- Qual è il livello minimo accettabile per le tariffe di accesso e tale da non pregiudicare l'equilibrio economico del gestore della rete;
- Qual è il livello massimo accettabile di deficit per la gestione dell'infrastruttura di rete in seguito all'applicazione di tariffe insufficienti a coprire i costi di gestione e gli ammortamenti.

Questi aspetti evidenziano chiaramente che da un lato gli obiettivi di efficienza legati ad una maggiore concorrenza tra operatori logistici, perseguiti con oneri di funzionamento (tariffe) troppo bassi rispetto ai costi di rete, potrebbero comportare problemi legati agli interventi pubblici necessari per ripianare il deficit del gestore, dall'altro lato l'applicazione di oneri di funzionamento (tariffe) troppo elevati, pur consentendo la copertura dei costi delle infrastrutture, potrebbe costituire delle barriere all'ingresso di nuovi operatori.

Per rispondere in modo equilibrato a questi problemi è necessario analizzare la natura dei costi principali da sostenere nell'espletamento delle attività di gestione. Alcune delle principali voci di costo comprendono la manutenzione e aggiornamento dell'infrastruttura ICT, la manutenzione di altre strutture di supporto all'attività, la manutenzione e rinnovo del sistema di segnalamento, costi per la fornitura di servizi accessori e costi di gestione comprese spese d'amministrazione. A questi bisogna, inoltre, aggiungere tutti quei costi opportunità che il gestore deve sostenere in presenza di alti livelli di congestione che impediscono di soddisfare la domanda di altri operatori logistici pronti ad entrare nel mercato. Esistono infine altri costi (*disruption costs*) che sono indirettamente collegabili alla.

La teoria economica ha avanzato alcune proposte metodologiche per determinare i livelli ai quali è opportuno fissare i prezzi in modo da garantire efficienza all'intero sistema. Una prima metodologia suggerisce di fissare tariffe ad un livello pari al costo marginale a breve termine (SRMC). Il SRMC misura il costo che il produttore deve sostenere quando aumenta l'output. Nel caso della logistica di

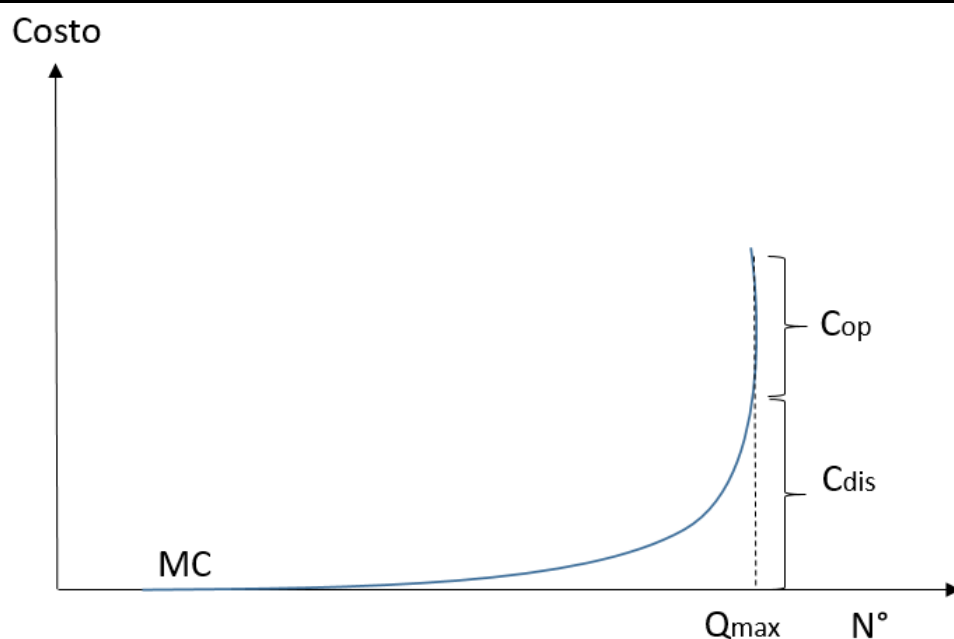
---

<sup>2</sup> La Legge 24 dicembre 2007 tuttavia, ha modificato la normativa riguardante l'imposizione fiscale del reddito delle imprese, modificando il regime fiscale delle imposte, IRES e IRAP, le quali devono ora essere calcolate su una base imponibile differente in quanto l'IRAP non consente più la deducibilità degli oneri finanziari

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

ultimo miglio, il SRMC misura il costo da sostenere (per il proprietario dell'infrastruttura di rete) per sistemare unità standard addizionale sul network (per esempio furgone con capacità scelta soggettivamente)<sup>3</sup>. Il SRMC può includere anche tutta una serie di costi (*opportunity cost* o *disruption cost*). Possiamo analizzare il meccanismo sul piano intuitivo osservando la Fig. 1 dove sull'asse delle X viene indicato il numero dei mezzi in circolazione e sull'asse delle Y il costo marginale.

Figura 9: relazione tra pricing e congestione dell'infrastruttura



Fonte: elaborazione propria

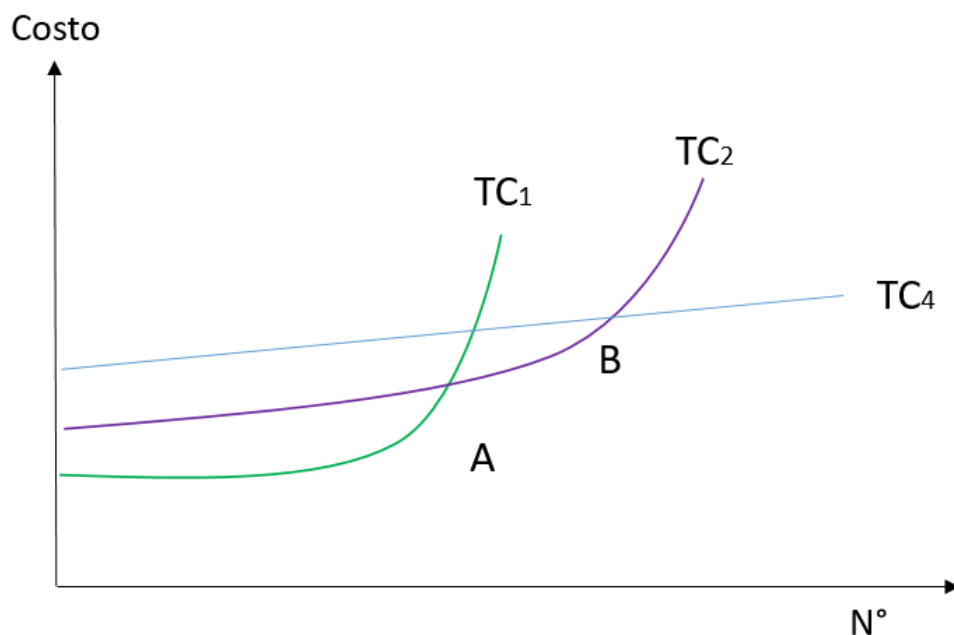
Studiando l'andamento della curva si nota che finché la domanda da parte degli operatori non è tale da congestionare la tratta ( $n$  minore o uguale a  $Q$ ) il costo marginale rimane costante. Quando il numero dei veicoli cresce ( $Q_{un} < n < Q_{max}$ ) si verifica un aumento esponenziale del costo marginale che fino ad un certo livello ( $Q_{max}$ ) include il *disruption cost* e che con l'aumentare della richiesta prende in considerazione anche la perdita che il gestore subisce nel rifiutare l'accesso al network a potenziali clienti. Quindi, il livello di affollamento (congestione) dell'infrastruttura (o in questo caso di una singola tratta) rappresenta un'importante variabile da considerare. La figura sottostante mostra inoltre alcune possibili evoluzioni del problema "affollamento" in presenza di tracciati aventi diverse caratteristiche.

<sup>3</sup> Allo stesso modo l'LRMC (*long run marginal cost*) misura il costo da sostenere per aumentare la produzione in presenza di input variabili.



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

Figura 10: Conseguenze del problema affollamento sui costi totali di Ip



Fonte: elaborazione propria

Le curve TC1, TC2, e TC4 rappresentano rispettivamente l'andamento del costo marginale che si ha in presenza di una tratta composta da un'unica PSU, doppia o quadrupla. Si nota che in generale l'andamento del SRMC appare più tenue con l'aumentare della capacità. Inoltre, i punti A e B indicano delle situazioni limite in cui con l'aumentare della domanda da parte degli operatori risulterebbe conveniente per il gestore della rete ampliare la capacità massima. Sapendo che l'efficienza si raggiunge ponendo i tariffe uguali al SRMC, che cosa accadrebbe se il prezzo pagato dagli operatori per circolare sul network fosse maggiore o minore della grandezza considerata? La teoria ci dice che se  $P$  (cioè il canone) è maggiore del SRMC alcuni operatori verrebbero "espulsi" dal mercato per effetto di una mancata copertura dei costi. Se invece  $P$  è minore SRMC ci si troverebbe in presenza di una situazione in cui alcuni operatori inefficienti potrebbero operare ugualmente sul mercato con conseguenze imprevedibili sul sistema.

Nella realtà però risulta molto difficile rispettare il vincolo del SRMC poiché in presenza di determinate circostanze la rigida applicazione del suddetto principio condurrebbe a vere e proprie situazioni di inefficienza; di seguito vengono forniti due esempi che serviranno a chiarire quanto precedentemente esposto. In caso di congestione del network (tratta) il prezzo non dovrebbe includere il *disruption cost* causato dall'operatore, in quanto se così non fosse l'operatore stesso sarebbe costretto a sopportare una doppia perdita: quella derivante dalla maggiorazione di  $p$  (= SRMC) e quella derivante dal cattivo espletamento della propria attività (perdita di un contratto o pagamento di una penale a causa di un ritardo).

### **D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

La non applicazione del SRMC *pricing* è necessaria anche in presenza di un network con tratte con caratteristiche molto diverse tra loro, sulle quali vengono calcolate tariffe che variano a seconda dell'orario, dei giorni o di altre variabili. In questi casi (praticamente sempre) si dovrebbe calcolare una serie diversa di SRMC con riferimento ad ogni singolo segmento considerato; operazione molto dispendiosa e costosa.

La metodologia di determinazione delle tariffe mediante il SRMC consente di promuovere un utilizzo efficiente della infrastruttura di trasporto. Tuttavia non sempre la rigida applicazione del suddetto principio favorisce un corretto funzionamento. Infatti, dall'analisi media dei costi di gestione è possibile osservare che i costi operativi variabili sono una parte relativamente esigua rispetto ai costi totali. In generale è possibile affermare che con il principio del SRMC *pricing* si raggiunge solamente la copertura di una piccola porzione dei costi totali d'infrastruttura pari a circa il 10% - 20%.

Se da un lato con il SRMC *pricing* si favorisce l'efficienza del sistema, da un altro il livello di copertura dei costi del gestore appare del tutto insufficiente a garantirgli un adeguato svolgimento delle proprie attività. Va da sé che a queste condizioni il gestore dell'infrastruttura non avrebbe la possibilità di operare senza un consistente supporto di fondi pubblici che dovrebbe coprire il gap derivante dalla differenza tra costi totali e oneri di funzionamento (tariffe). Il problema ora sollevato è importante in quanto il finanziamento pubblico necessario a coprire i costi d'infrastruttura comporta indirettamente un incremento del carico tributario per il contribuente con conseguenze per quanto concerne il consenso politico.

Inoltre occorre considerare una serie di altri elementi che, almeno in linea teorica, sconsigliano l'utilizzo del SRMC *pricing* nella fissazione delle tariffe: questo non offre sufficienti incentivi per gli investimenti del gestore di rete né da parte degli altri operatori. Da quanto detto finora si può concludere che occorre fissare le tariffe a seconda degli obiettivi che vuole realizzare, tenendo conto del trade-off tra l'efficienza del sistema ed la capacità di copertura dei costi.

In definitiva risulta che l'adozione del SRMC *pricing* non permette di diminuire l'ammontare dei finanziamenti pubblici che, per diventare economicamente indipendente, dovrebbe beneficiare di tariffe fissate ad un livello di gran lunga superiore a quello del costo marginale. Il prezzo per l'utilizzo del network dovrebbe essere sufficiente a coprire i costi incrementali di lungo periodo (long-run incremental cost, LRIC) sopportati dal gestore, i quali dovrebbero: includere tutti i costi variabili derivanti dall'utilizzo dell'infrastruttura, contribuire alla copertura dei costi derivanti dal deprezzamento dell'infrastruttura, garantire un adeguato ritorno di capitale investito.

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

Tabella 5: Conseguenze della scelta del livello tariffario (P)

<b>Definizione del prezzo</b>	
<b>Se il prezzo supera i costi di breve periodo</b>	
<b>Vantaggi</b>	<b>Svantaggi</b>
<b>Adeguate copertura dei costi totali</b>	Il sistema non funzionerebbe in modo efficiente
<b>Maggiore indipendenza del gestore</b>	Alcuni operatori uscirebbero dal mercato
<b>Possibilità di dare vita ad una vera concorrenza</b>	Perdita di benessere collettivo
	Perdita di competitività del settore rispetto ad altre forme di trasporto
<b>Prezzo pari al costo marginale</b>	
<b>Vantaggi</b>	<b>Svantaggi</b>
<b>Copertura insufficiente dei costi di bilancio</b>	Finanziamento pubblico elevato
<b>Beneficio per la collettività</b>	Aumento dell'imposizione fiscale
<b>Efficiente funzionamento del sistema</b>	Indipendenza a rischio

Fonte: elaborazione propria

Tuttavia, anche tenendo conto di questi elementi i prezzi potrebbero non essere del tutto compensatori dal punto di vista economico. Non si deve dimenticare, infatti, il caso in cui la tratta sia usata congiuntamente da più operatori. In questo caso le entrate devono coprire non solo i LRIC ma anche le ulteriori spese che scaturiscono dall'uso in comune, incluso l'ulteriore costo sostenuto per il maggior capitale richiesto. Al fine di promuovere simultaneamente gli obiettivi di efficienza, la non discriminazione degli utilizzatori e un livello di entrate adeguato Baumol propone l'adozione del principio di *parità*. Il modello proposto ipotizza un soggetto gestore di rete che svolge contestualmente un'attività di trasporto (ovvero non sono previste separazioni contabili o societarie). Affinché il prezzo sia economicamente compensatorio questo deve provvedere alla copertura di tutti i costi opportunità, di quelli legati alla congestione della rete, dei costi comuni, alla rivalutazione del capitale ed, infine, comprendere un adeguato rendimento del capitale investito. Baumol suggerisce un metodo per stabilire le tariffe d'accesso al network in un modo tale da permettere l'entrata solo a soggetti efficienti.

Per meglio chiarire questo sistema è possibile semplificarne la struttura come segue: supponiamo che la proprietà della rete appartenga al soggetto A il quale esercita anche un'attività di trasporto. I costi legati alle due funzioni sono rispettivamente  $C_t$  (dovuti alla manutenzione) e  $C_i$ . La profittabilità può essere rappresentata da:  $\pi = (R - (C_t + C_i))$  Supponendo che vi sia un potenziale entrante, che indicheremo con B, e che questi abbia fissato a  $C_e$  i propri costi di esercizio. Affinché quest'ultimo possa conseguire un profitto non negativo è necessario che:  $C_e + a \leq R$ . Tuttavia, non tutte le



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

combinazioni di  $a$  (canone d'accesso) e  $C_e$  che rendono vera l'equazione riportata possono garantire l'efficienza del sistema poiché si potrebbero avere, per esempio, delle tariffe molto basse a fronte di costi di esercizio elevati. Ponendo  $a=R-C_i$  si consente l'entrata solo se  $C_e-C_i$  e questo rappresenta la tariffa che, in linea teorica, si dovrebbe scegliere per permettere un'entrata efficiente. Per meglio chiarire il risultato ottenuto si può scrivere la seguente equazione:  $a = C_t + R - C_t - C_i$  dove si può facilmente intuire che il canone comprende così due componenti, i costi diretti per mettere a disposizione il servizio ( $C_t$ ) e i costi opportunità del gestore.

Questa regola di determinazione del prezzo è chiamata "*Efficient Component Pricing Rule*". Tuttavia questo meccanismo comporta alcune criticità: sul piano teorico esiste la possibilità che gli utenti del servizio possano accordarsi al fine di ridurre il prezzo di accesso efficiente.

Un monopolio legale/tecnico è caratterizzato dalla presenza di elevati costi fissi di struttura e da una curva dei costi medi che si trova ad un livello superiore a quella dei costi marginali. In altre parole, fissando il prezzo pari a questi ultimi per un dato livello di output l'impresa subirà una perdita che dovrà essere sanata, con tutta probabilità, dallo stato. La struttura teorica del modello è sviluppata come segue:

Costi di gestione:

$$C_0 = F + \sum_{i=1} V(q_i)$$

dove  $F$  sono i costi fissi e  $V(q_i)$  rappresenta la funzione dei costi variabili che dipende dal percorso ( $q_i$ ) da ogni operatore  $i$ . Il profitto del gestore della rete può essere semplificato nel modo seguente:

$$\Pi_0 = t + \sum_{i=1} a_i q_i - C_0$$

dove  $t$  rappresenta il trasferimento dallo stato necessario per coprire le perdite e  $a_i$  è la tariffa pagata dagli operatori per ogni miglio percorso. Analizziamo ora rispettivamente la funzione di costo e di profitto delle aziende di trasporto. Quella di costo è:  $C_i = C_i(q_i, Q_i)$ .  $Q$  è la funzione di domanda per ogni operatore misurata in numero di viaggi/utilizzo della PSU ecc... Formalmente  $Q_i = Q_i(p_i, q_i)$  dove  $p$  è il prezzo del viaggio. E' possibile, inoltre, determinare il *surplus del consumatore* integrando la funzione  $Q_i$  tra  $p$  e  $\infty$ . Analizzando il profitto di un singolo operatore non integrato otteniamo:

$$\Pi_i = p_i Q_i - C_i - a_i q_i$$

Come già accennato, i prezzi di regolamentazione ottimali sono comunque difficili da utilizzare poiché richiedono una gran massa di dati riguardanti sia la struttura della domanda sia la tecnologia produttiva (i costi marginali). Il problema non riguarda solamente la difficoltà oggettiva di ottenere questi dati ma si deve considerare la possibilità che essi siano manipolati dall'impresa regolamentata: in sostanza, la complessità dei dati richiesti rende possibile la loro alterazione strategica da parte dell'impresa, che è il tramite attraverso il quale i dati stessi vengono normalmente ottenuti.



#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

Si noti che un argomento analogo vale ovviamente anche per i metodi di regolamentazione basati sui costi: questi ultimi, come è noto, in presenza della possibilità di comportamenti strategici dell'impresa, tendono in particolare a creare varie forme di inefficienza tecnica. Per queste ragioni molta attenzione, sia da parte degli economisti che da parte delle autorità di regolamentazione, è stata in epoca recente dedicata a forme di regolamentazione dei ricavi che richiedendo meno informazioni per la loro applicazione risultano di conseguenza, almeno in linea di principio, meno vulnerabili ai comportamenti strategici degli operatori.

### Strategie e politiche incentivanti

Nella definizione del modello di business la struttura dei costi e dei ricavi (o più opportunamente benefici dal punto di vista del fine ultimo di benessere sociale) diverge significativamente in termini di occorrenza. Buona parte dei costi sono determinabili al principio mentre i benefici sono spalmati negli anni a seguire. Dato per scontato che un numero sostanziale di progetti pilota in ambito di *city logistics* è naufragato al termine del supporto pubblico in termini di sussidi in conto capitale e conto esercizio uno degli obiettivi primari deve essere la sostenibilità di lungo periodo. Gli schemi di seguito proposti subentrano nelle decisioni strategiche in un periodo posteriore a quello di lancio durante il quale, naturalmente, non è possibile identificare metodi robusti per la valutazione e il *pricing* degli asset a disposizione.

I *drivers* principali che caratterizzano la struttura delle tariffe variano in funzione dell'area in cui il sistema opera (possono essere riassunti a titolo di esempio come segue: tipo di veicolo; la velocità, il carico, la congestione, il periodo di esercizio, altre caratteristiche del servizio offerto...).

Esistono delle evidenti differenze d'approccio nei vari sistemi tariffari. Le principali diversità rispecchiano in linea di massima le caratteristiche esistenti delle singole strutture di mercato e l'assetto proprietario. Altro elemento di differenziazione è rappresentato dalle modalità con le quali è implementata la politica industriale per la city logistics e le modalità di trasferimento dei finanziamenti pubblici. Tuttavia possiamo ipotizzare le seguenti categorie.

- Assenza di canone. In questo contesto il sistema è considerato un bene pubblico e la gratuità dell'accesso è una forma di sussidio agli operatori. Questa soluzione può apparire da più parti come preferibile all'erogazione diretta di aiuti pubblici.
- L'approccio del (costo marginale), caratterizzato da un sistema tariffario sostanzialmente semplice, basato sul SRMC pricing, con alcune eccezioni (modifiche) che tengono conto delle priorità e degli indirizzi delle politiche dei trasporti governative. Quest'approccio appare vantaggioso per quanto riguarda la semplicità di calcolo. D'altra parte il basso livello tariffario impedisce al gestore di diventare economicamente indipendente e sarebbero necessarie politiche di sussidio.



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

- L'approccio del "Adjusted Average Cost" (AAC), che al contrario di quello precedente, favorisce il raggiungimento di obiettivi legati ad una maggiore copertura dei costi infrastrutturali, attraverso un sistema basato essenzialmente su tariffe variabili. L'approccio del "AAC" è quindi incentrato sul calcolo (in base al costo medio) necessari a raggiungere determinati obiettivi di copertura dei costi.

Alle fattispecie sopraelencate se ne può aggiungere una che prevede tariffe basate sul modello contrattuale del franchising (quota fissa alla quale si somma una variabile in funzione dell'utilizzo). La particolarità di questa struttura tariffaria sta nel fatto che permette un'alta copertura dei costi.

#### 6.2.1 Accesso libero

Non esistono tariffe per l'utilizzo del sistema. Ciò equivale a dire che, ogni operatore avrà la possibilità di usufruire gratuitamente dei servizi di base del sistema. I diritti d'accesso all'infrastruttura vengono assegnati attraverso dei contratti bilaterali tra gli operatori e il gestore. L'approccio generale che emerge, fonda la definizione delle tariffe solo sulla copertura dei costi marginali. Da quanto sopra, si apprende che in questo caso ci si accontenterebbe di un livello di entrate capace di coprire una percentuale pari al peso dei costi marginali sul totale, livello che sarebbe ottimale per un efficiente funzionamento del sistema.

#### 6.2.2 Politiche basate sulla remunerazione basata sul costo marginale

Il sistema prevede tariffe composte da un termine fisso ed uno variabile. I termini variabili vengono calcolati in modo da rispecchiare il costo che un operatore dovrebbe sostenere per utilizzare un'unità addizionale (costo marginale). Le tariffe sono così composte:  $CANONE = TERMINE\ FISSO + TERMINE\ VARIABILE$ . I termini fissi a loro volta possono essere calcolati in relazione ad ogni operatore, oppure per ogni singolo mezzo utilizzato a seconda del tipo di mezzo: (VAN, ibrido, cargo...). Discriminazione di prezzo: al fine di distribuire gli oneri equamente tra gli attori del sistema. Per semplicità consideriamo come elemento discriminatorio il livello in cui gli operatori operano:

- A la parte del sistema a valle (last mile)
- B gli operatori a monte (upstream)

Gli operatori A pagano un canone base di  $\alpha\text{€}$  per unità (legata come anticipato al volume, al routing, alla tipologia di veicolo...). Gli operatori B non sono soggetti al pagamento della componente fissa.

Le tariffe variabili sono basate sul costo marginale sociale che include:

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

- I costi di manutenzione della rete, dei quali circa il 36% è direttamente causato dal volume di traffico;
- Le esternalità derivanti dalle emissioni, comprendenti i costi ambientali;

Tabella 6: costi ed esternalità

	A	B	Totale
<b>Manutenzione rete</b>	x	a	X+a
<b>Esternalità</b>	y	b	Y+b
<b>Totale costi</b>	Z	C	Z+C
<b>Costi di cui è richiesta la copertura</b>	%	%	%
<b>Totale costo da coprire con tariffe</b>	%Z	%C	%Z+C

Fonte: elaborazione propria

Quindi in base all'ammontare dei costi marginali che devono essere coperti dal gestore dell'infrastruttura, in ogni periodo (che sia almeno un anno) vanno calcolate le tariffe variabili che vengono corrisposti dagli operatori di trasporto A e B.

### **6.2.3 Politiche basate sulla remunerazione basata sulla copertura dei costi medi totali**

Ci sono varie alternative di prezzo volte alla copertura (ed eventualmente mark-up) dei costi totali per la gestione del sistema. Ne presentiamo due che possono essere utilizzate (o combinate). La caratteristica principale è la semplicità e la rapidità d'applicazione: c'è da dire che con questo sistema la (come visto nel paragrafo precedente tende a far rimanere a valle solo uno o pochi operatori. Di fatto si paga il diritto a operare. La fissazione delle tariffe, che deve essere fatta secondo dei principi egualitari, non discriminatori e di trasparenza, deve essere tale da permettere all'operatore di salvaguardare la propria attività di trasporto, di raggiungere a sua volta una soddisfacente copertura di bilancio ed eventualmente di poter competere con altri operatori. Si possono individuare una serie di criteri da tenere in considerazione nel calcolo e nella fissazione dei livelli delle tariffe:

- La situazione del mercato della city logistics, e più in generale quella dell'intero mercato dei trasporti, nonché le caratteristiche della domanda e dell'offerta;
- La capacità contributiva dell'operatore;
- La ricerca di un utilizzo ottimale del network;



#### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

- I costi infrastrutturali;
- Il principio di non discriminazione;
- L'armonizzazione concorrenziale.

Le tariffe vengono calcolate sommando tre termini diversi: il primo è forfetario, indipendente dalla domanda, il secondo corrispondente alla capacità dell'infrastruttura rispetto alla domanda (relativo al diritto di prenotazione) che può essere variato in base all'ora, al tipo di veicolo utilizzato, ed un terzo corrispondente all'effettivo utilizzo e che quindi dipende dalla distanza percorsa, dal tipo di veicolo, dal suo peso od altro. È possibile naturalmente introdurre dei criteri discriminatori per tipologia di veicolo oppure può non essere fatta nessuna distinzione tariffaria tra operatori (categoria) o operatori (livello del mercato).

CANONE = A + B + DR

Il primo componente del canone, che è forfetario e mensile per chilometro percorso (indicato con la sigla A), impone, in base alla caratteristica del sistema. Questo elemento, che costituisce il pagamento di un diritto d'accesso al network (A = accesso) non deve aver alcun carattere discriminatorio; è corrisposto dall'operatore periodicamente ed è indipendente dalle dimensioni o dal numero dei veicoli in circolazione dell'operatore.

- Il secondo termine indicato con B, impone una tariffa unica per tutte le diverse categorie di PSU.
- Il terzo componente, si riferisce alla congestione e ai derivanti diritti di prenotazione, per esempio: ore di punta, ore normali o a basso utilizzo.

Una seconda alternativa è sotto descritta.

Virtualmente, la rete può ospitare tutti gli operatori accreditati. Le tariffe devono (come modello limite) essere in grado di riflettere i costi relativi all'utilizzo del network, incentivare la riduzione delle congestioni ed assicurare un utilizzo regolare ed efficiente dell'infrastruttura. Un sistema di questo tipo a differenza di quello presentato nell'alternativa 1 prende in considerazione per il calcolo delle tariffe, tre variabili principali costituite da dalla tipologia di servizio richiesto, le caratteristiche dei veicoli; la categoria dei servizi utilizzati. Le tariffe sono tutti variabili (non sono presenti componenti fisse) e devono essere pagati indiscriminatamente da ogni operatore che intende utilizzare il network.

## 6.2.4 Un metodo basato su franchising

Il sistema è basato su una serie di contratti bilaterali, attraverso i quali il gestore percepisce un'entrata in cambio dell'assegnazione del diritto all'operatore di usufruire del servizio. Questo sarebbe un sistema tariffario efficiente in grado, da una parte, di permettere al gestore di essere indipendente (in misura variabile) dagli aiuti pubblici, e dall'altro, di favorire lo sviluppo di una



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

concorrenza capace di migliorare progressivamente la qualità e le condizioni dei servizi e di evitare ogni sorta di discriminazione. La componente variabile pagata dagli operatori hanno la doppia funzione di assicurare un'adeguata copertura dei costi del gestore e vengono calcolati attraverso la costruzione di modelli. La componente fissa, invece, viene determinata attraverso un calcolo "top down" dei costi che il gestore non riesce a coprire. La somma totale di questi ultimi viene calcolata stimando l'importo totale dei costi di gestione da cui si deduce il totale delle altre entrate.

## 7 ANNEX 2 ALGORITMI DI OTTIMIZZAZIONE DEL ROUTING DELLE FLOTTE

Algoritmi di ottimizzazione del  
routing delle flotte  
*Simulazioni*

URBeLOG

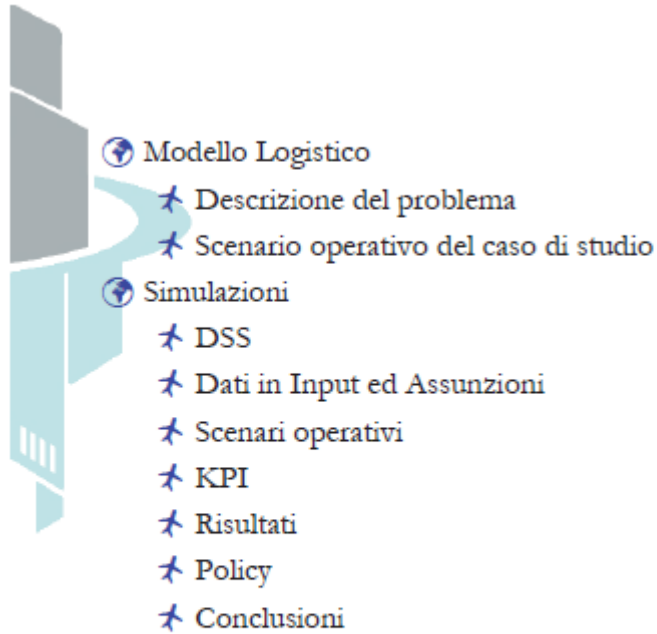
Dipartimento di Automatica ed Informatica

DAUIN





**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



Agenda

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



## MODELLO LOGISTICO

URBeLOG – POLITO DAUIN

3



### Descrizione del Problema II

- 📍 Integrazione della piattaforma URBeLOG con algoritmi predittivi
  - ✈ ottimizzazione routing delle flotte
  - ✈ gestione degli eventi real-time


URBeLOG – POLITO DAUIN

5

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



Descrizione del Problema III

 Obiettivi

- ✦ definizione di uno scenario operativo e degli attori coinvolti
- ✦ simulazione Monte Carlo
- ✦ analisi Key Performance Indicator (KPI)
- ✦ definizione di policy

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

Scenario operativo ed attori coinvolti

📍 Esternalizzazione delle operazioni sull'Ultimo Miglio

- ✦ Corriere logistico tradizionale
  - ☒ Van
  - ☒ Capacità di carico del veicolo
  - ☒ Consumi e profilo delle emissioni
  - ☒ Ore di guida del driver
  - ☒ Tempi di servizio
- ✦ Corriere di Cycle logistics
  - ☒ Cargo Bike
  - ☒ Capacità di carico del veicolo
  - ☒ Ore di guida del biker
  - ☒ Tempi di servizio


**SIMULAZIONI**

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto






### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto



#### Dati in Input II

- Classi di pacchi
  - Van
    - Tutte le tipologie
  - Cargo Bike
    - Mailer e Small Delivery < 5kg
- Velocità
  - Van
    - 20 km/h in centro città
    - 35 km/h in semi-centro
  - Cargo bike
    - 20 km/h in centro e semi-centro

URBeLOG – POLITO DAUIN 11



#### Dati in Input III

- Tempi di servizio
  - Driver
    - 4 minuti per Large Delivery
    - 3 minuti per Mailer e Small Delivery
  - Biker
    - 2 minuti
- Capacità
  - Van
    - 700 kg
  - Cargo Bike + Messenger Bag
    - 70 kg

URBeLOG – POLITO DAUIN 12



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



**Assunzioni**

- 🌐 Pacchi disponibili in magazzino all'inizio della giornata lavorativa
- 🌐 Deposito fuori città per il corriere logistico tradizionale
- 🌐 Mobile depot per il corriere di cycle logistics
- 🌐 Consegne solo in aree urbane
- 🌐 Non sussistono problemi di indisponibilità dei veicoli



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto



#### Scenari operativi I

##### SCENARIO S\_0 BENCHMARK

	Centro	Semi-Centro
Mailer		
Small delivery		
Large delivery		



#### Scenari operativi II

##### SCENARIO S\_3\_C

	Centro	Semi-Centro
Mailer		
Small delivery		
Large delivery		

##### SCENARIO S\_3\_S

	Centro	Semi-Centro
Mailer		
Small delivery		
Large delivery		

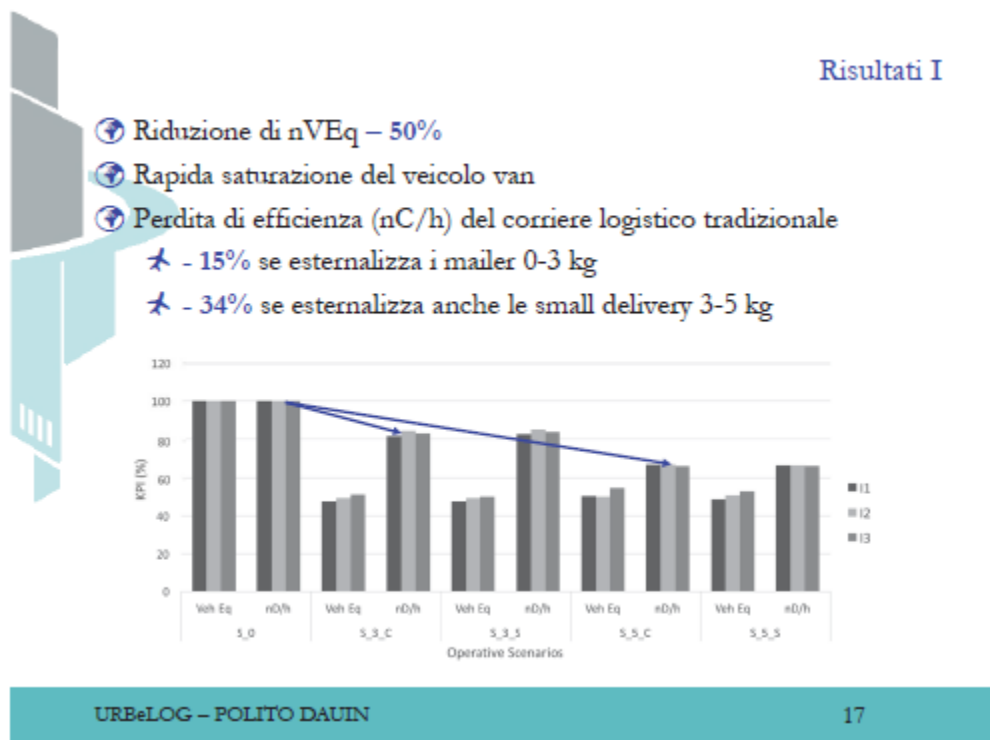
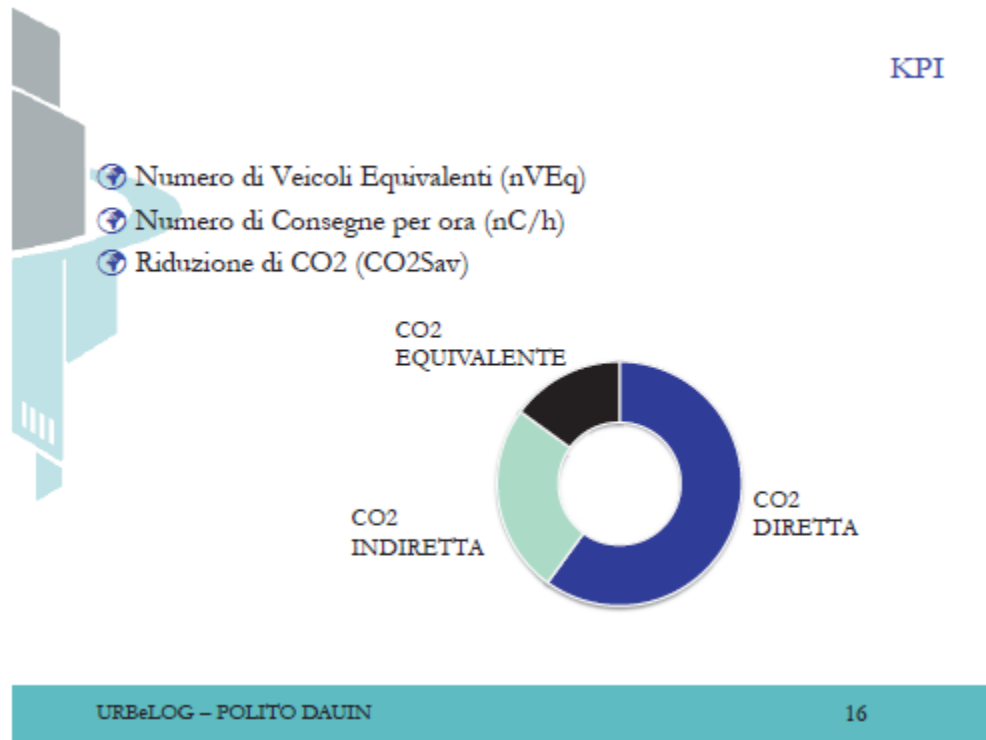
##### SCENARIO S\_5\_C

	Centro	Semi-Centro
Mailer		
Small delivery		
Large delivery		

##### SCENARIO S\_5\_S

	Centro	Semi-Centro
Mailer		
Small delivery		
Large delivery		

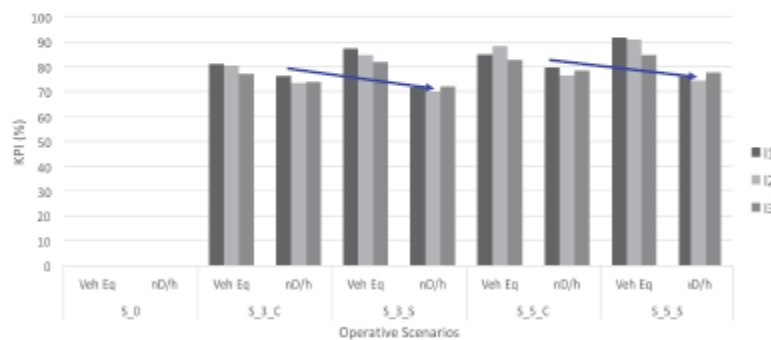
### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto



### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto

#### Risultati II

- 🌐 Impatto della zona geografica da servire per il corriere di cycle logistics
- ✈️ Riduzione dell'efficienza servendo anche il semi-centro di Torino

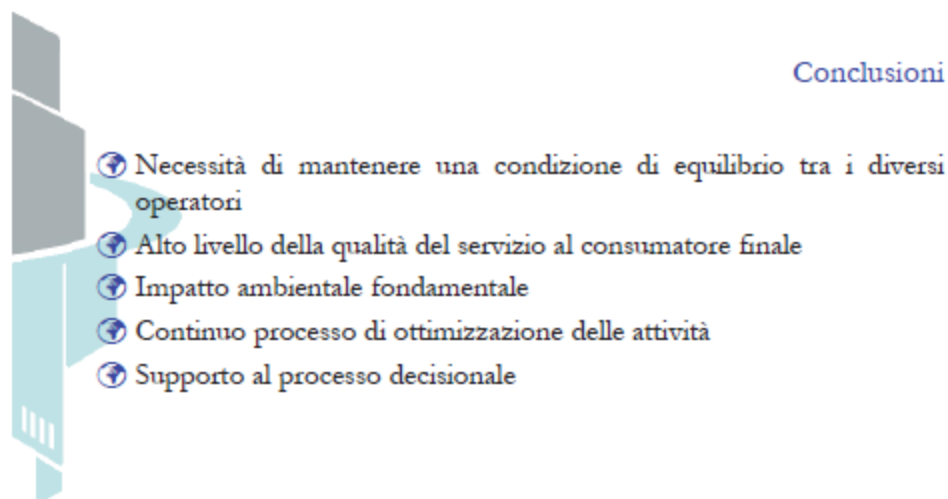
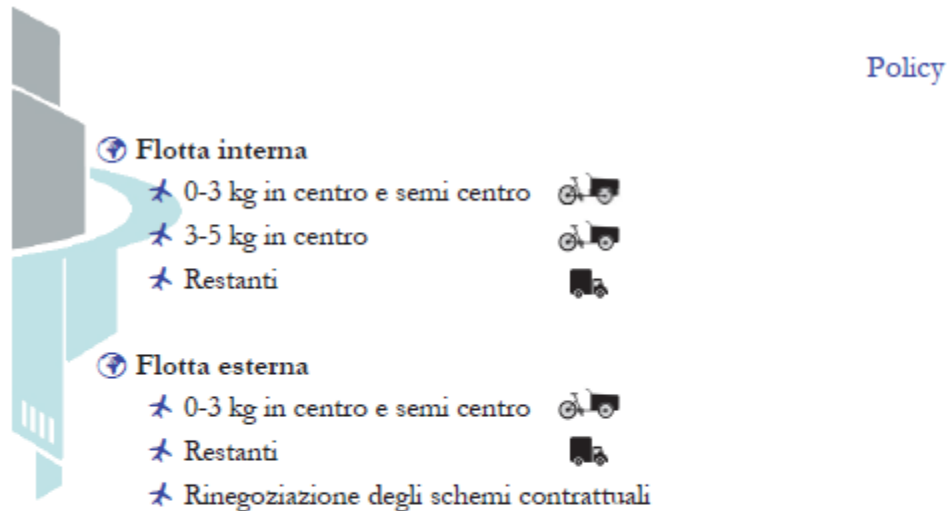


#### Risultati III

- 🌐 Riduzione dell'impatto ambientale
- ✈️ Green Vehicle + Ottimizzazione del routing
- ✈️ Riduzione dei percorsi del corriere logistico tradizionale – 25%
- ✈️ Riduzione emissioni – 40 - 45% ~ 14 ton/anno

Istanze	CO2Sav			
	S_3_C	S_3_S	S_5_C	S_5_S
I1	22%	34%	27%	45%
I2	16%	34%	26%	44%
I3	16%	41%	20%	48%

### D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto



**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**



## 8 BIBLIOGRAFIA

- ASTRID. (2012). Servizi di distribuzione urbana delle consegne espresse in Italia fra tutela ambientale, riduzione del traffico e ricerca dell'efficienza. Milan (IT).
- Boudoin, D., Morel, C., & Gardat, M. (2014). Supply chains and Urban Logistics Platforms. In J. Gonzalez-Feliu, F. Semet, & J.-L. Routhier (Eds.), *Sustainable Urban Logistics: Concepts, Methods and Information System* (pp. 1–20). Springer.
- Blauwens, G., De Baere, P. & Van de Voorde, E. (2010). *Transport Economics*. Antwerp: De Boeck.
- Commissione Europea. Insieme verso una mobilità urbana competitiva ed efficace sul piano delle risorse COM(2013) 913 final. (2013).
- Gevaers, R., Van de Voorde, E. & Vanelslender, T. (2009). Technical and process innovations in green logistics: opportunities, barriers and best practices by using case studies. In C. Macharis (Ed.), *Proceedings of the BIVEC-GIBET Transport Research Day* (pp. 227-243), Brussels: VUBPress.
- Gevaers, R., Van de Voorde E. & Vanelslender, T. (2011). Characteristics and Typology of Last-mile Logistics from an Innovation Perspective in an Urban Context. In C. Macharis & S. Melo (Eds.), *City Distribution and Urban Freight Transport: Multiple Perspectives* (Chap. 3). UK: Edward Elgar Publishing.
- Jesus Gonzalez-Feliu, Bruno Faivre d'Arcier, Nerea Rojas, Pierre Basck, Mathieu Gardrat, et al.. FREILOT. Urban Freight Energy Efficiency Pilot. D.FL.6.4. Cost-benefit analysis. 2013.
- Gevaers, R., Van de Voorde E. & Vanelslender, T. (2014). Cost Modelling and Simulation of Last-mile Characteristics in an Innovative B2C Supply Chain Environment with Implications on Urban Areas and Cities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 125 ( 2014 ) 398 – 411.
- MIT. Piano nazionale della logistica 2012/2020 [National logistics plan 2012/2020]. (2012). Rome: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
- Morelli, G., & Mileo, L. (2013). Regolazione ambientale e competitività d'impresa. Solo vincoli o qualche opportunità? *Economia Dei Servizi*, 3.
- Pearce, D., Atkinson, G., & Mourato, S. (2006). *Cost-Benefit Analysis and the Environment. Recent developments*. Paris: OECD Publishing.
- Pressey, A. D., & Ashton, J. K. (2009). The antitrust implications of electronic business-to-business marketplaces. *Industrial Marketing Management*, 38(4), 468–476. doi:10.1016/j.indmarman.2008.02.012
- G. Cordeau, J.-F. and Laporte. A unied Tabu Search heuristic for vehicle routing problems with

**D12.1 Analisi dei costi e dei benefici privati relativi alle soluzioni di progetto**

time windows. *Journal of the Operational Research Society*, 52:928-936, 2001.

N. Lahrichi, T. G. Crainic, M. Gendreau, W. Rei, and L-M. Rousseau. Strategic analysis of the 750 dairy transportation problem. *Journal of the Operational Research Society*, 66(1):44-56, 2015.

M. Gendreau, A. Hertz, and G. Laporte. New insertion and post-optimization procedures for the traveling salesman problem. *Operations Research*, 40(6):1086-1094, 1992.

Francesca Maggioni, Guido Perboli, and Roberto Tadei. The multi-path traveling salesman problem with stochastic travel costs: Building realistic instances for city logistics applications. *Transportation Research Procedia*, 3:528-536, 2014.

European Commission: Green Paper. An integrated parcel delivery market for the growth of e-commerce in the EU, 2012.

D10.1.1- D10.1.2 - Metodi ed algoritmi per la riottimizzazione del routing.

ISO/TS 14067:2013 “Greenhouse gases - Carbon footprint of product - Requirements and guidelines for quantification and communication”, 2013.

This paper can be downloaded at  
[www.iefef.unibocconi.it](http://www.iefef.unibocconi.it)  
The opinions expressed herein  
do not necessarily reflect the position of IEFEE-Bocconi.

**IEFE**  
Centre for Research on Energy and Environmental Economics and Policy  
via Röntgen 1  
20136 Milano - Italia  
Tel +39 02 5836.3820 Fax 02 +39 5836.3890

[www.iefef.unibocconi.it](http://www.iefef.unibocconi.it)

© Università Commerciale Luigi Bocconi – September 2017